

NORDLAB-DK NORDLAB-DK

Det praktiske og eksperimentelle arbejde i naturfagene

**Et forsknings- og udviklingsprojekt
initieret og støttet af
Nordisk Ministerråd og Undervisningsministeriet**

**Slutrapport ved
Ole Goldbech og Albert Chr. Paulsen
Januar 2003**

Udgivet af IMFUFA, august 2004

Det praktiske og eksperimentelle arbejde i naturfagene.

Et forsknings- og udviklingsprojekt.

NORDLAB – et forsknings- og udviklingsprojekt.	4
De nordiske projekter.	4
NORDLAB-DK: Det praktiske og eksperimentelle arbejde i naturfagene.	6
Indledning.	6
1. Baggrund.	7
1.1. Om det praktiske og eksperimentelle arbejde i skolen.	7
1.2. Forholdet mellem intentioner og praksis.	9
1.3. Feltarbejde i biologi og geografi, dets didaktik og praksis.	10
1.4. Udvikling af undervisning og lærerprofessionalisering.	10
2. Udgangspunkter for forskning og udviklingsarbejde.	11
2.1. Målgruppe for forskning og udviklingsarbejdet.	11
2.2. Principper for udviklingsarbejdet.	11
2.2.1. En beskrivelsesmodel for det praktiske arbejde.	11
2.2.2. Udvikling af feltarbejdets didaktik og praksis i biologi og geografi.	13
2.2.3. Udvikling af lærerprofessionalisme.	13
3. Arbejdets udførelse og metode.	13
3.1. Arbejdets organisering.	13
3.2. Arbejdets udførelse.	14
3.2.1. Idekonferencen.	15
3.2.2. Udarbejdelse af arbejdsgruppernes projekter.	15
3.2.3. Bedømmelse af og bevillinger til arbejdsgrupper.	16
3.2.4. Oversigt over og beskrivelser af arbejdsgruppernes projekter.	17
IT og det virtuelle eksperiment i gymnasiets fysikundervisning.	18
IT i det eksperimentelle arbejde i gymnasiets fysikundervisning.	19
Physlets i gymnasiets fysikundervisning.	19
Feltarbejde i biologi- og geografiundervisningen.	20
Undervisningsforløb om vandløb.	22
Fremmer eksperimentelt arbejde i biologi, fysik og kemi erhvervelsen af naturvidenskabelige kompetencer?	22
Hvilke intentioner har lærerne, når der vælges praktisk/eksperimentelt arbejde i biologiundervisningen, og hvordan påvirker det elevernes biologiske forståelse?	23
Afspejler den mundtlige eksamen det praktisk/eksperimentelle arbejde i den daglige biologiundervisning?	24
Udvikling af praktisk arbejde i natur/teknik.	25
Lærerrollen og indføring af det naturvidenskabelige eksperiment i kemiC.	26
Lærerrollen i det praktiske og eksperimentelle arbejde i Folkeskolens fysik/kemiundervisning.	27
Fra oplevelse og iagttagelse til læring.	28
”Learning Lab: Lærernes eksperimentarium”.	29
3.2.5. Kontakt og faglig støtte til arbejdsgrupperne.	30
3.2.6. Midtvejsseminaret.	30
3.2.7. Slutseminaret.	31

4. Tidsforløb.	31
5. Resultater.	32
5.1. Resume af arbejdsgruppernes rapporter.	32
IT og det virtuelle eksperiment i gymnasiets fysikundervisning.	33
IT i det eksperimentelle arbejde i gymnasiets fysikundervisning.	34
Fremstilling af PhysLets til gymnasiets fysikundervisning.....	34
Feltarbejde i biologi- og geografiundervisningen på lærerseminarierne.....	36
Undervisningsforløb om vandløb.	37
Fremmer eksperimentelt arbejde i biologi, fysik og kemi erhvervelsen af naturvidenskabelige kompetencer?	38
Hvilke intentioner har lærerne, når der vælges praktisk/eksperimentelt arbejde i biologiundervisningen, og hvordan påvirker det elevernes biologiske forståelse?	39
Afspejler den mundtlige eksamen det praktisk/eksperimentelle arbejde i den daglige biologiundervisning?	40
Udvikling af praktisk arbejde i natur/teknik.....	41
Lærerrollen og indføring af det naturvidenskabelige eksperiment i kemi C på HTX (Højere teknisk eksamen).....	42
Lærerrollen i det praktiske og eksperimentelle arbejde i folkeskolens fysik/kemiundervisning.	42
Fra oplevelse og iagttagelse til læring.....	43
Rapport over ”Learning Lab: Lærernes eksperimentarium.”	44
5.2. Arbejdsgruppernes egne publikationer og egen spredning.	45
5.3 Andre publikationer.....	47
6. Konklusion	47
6.1. Udvikling af det praktiske arbejde	47
6.2. Udvikling af feltarbejde i biologi og geografi, dets didaktik og praksis.....	49
6.3. Udvikling af lærerprofessionalisme.	49
7. Det nordiske perspektiv.	51
7.1. Spredning af de enkelte nordiske landes resultater i de øvrige deltagerlande.....	51
7.1.1. NORDLAB-SE i de andre deltagerlande.	51
7.1.2. NORDLAB-IS i de andre deltagerlande.....	52
7.1.3. NORDLAB-FI i de andre deltagerlande.....	52
7.1.4. NORDLAB-NO i de andre deltagerlande.	52
7.1.5. NORDLAB-DK i de andre deltagerlande.	52

NORDLAB – et forsknings- og udviklingsprojekt.

NORDLAB - projektet, Nordisk laboratorium for god praksis i matematik, naturfag og teknologi er udarbejdet af en nordisk projektgruppe for Nordisk Skolesamvirke (NSS) på baggrund af en beslutning i Nordisk Ministerråd om at stimulere udviklingen af undervisningen i matematik, naturfag og teknologi. Beslutningen udsprang af en konference afholdt i Bergen d. 23. – 24 september 1997, der omhandlede fælles problemer indenfor matematik, naturfag og teknologi.

Projektet skal ifølge sit idegrundlag ved spredning i de nordiske lande frem for alt give lærere i matematik, naturfag og teknologi redskaber til at forbedre og forny deres undervisning. Det var derfor af stor betydning, at målgruppen: lærere, undervisere på læreruddannelser og efteruddannelser blev involveret i projektet.

Udgangspunktet for NORDLAB er, at elever, lærerstuderende og lærere opfattes som aktive konstruktører af kundskaber og holdninger. De produkter, som er resultatet af NORDLAB, skal stimulere undervisere til at udvikle undervisningen i matematik, naturfag og teknologi. Produkterne skal give undervisere i matematik og naturfag mulighed for at opnå øget kundskab, bevidsthed og refleksion over egen praksis, samt bidrage til at øge deres lyst til at prøve nye ideer. NORDLAB's virksomhed og produkter skal derfor fremstå som interessante og anvendelige for den arbejdende lærer. Materialerne, som er af workshopagtig karakter, skal således være tilgængelig for alle interesserede og skal kunne anvendes ved uddannelse af lærere, efteruddannelse, studiecirkler, selvstudier osv.

Projektet løb fra 1/1 2000 til 31/12 2002. Projektledelsen blev varetaget af Göteborgs Universitet med professor Björn Andersson som koordinator i samarbejde med en nordisk projektledergruppe, der bestod af

- Professor Björn Andersson, koordinator, Göteborg Universitet
- Rådgiver Thorvald Astrup, Kirke-, uddannings- og forskningdepartementet, Oslo
- Professor Veijo Meisalo, Institutionen för lärarutbildning, Helsingfors Universitet
- Dosent Baldur Garðarsson, Universitetet i Akureyri
- Fagkonsulent Eigil Larsen, Uddannelsestyrelsen, København, senere afløst af lektor Ole Goldbeck, Københavns Dag- og AftenSeminarium (KDas)

En forudsætning for ministerrådets engagement var, at der også blev afsat midler nationalt i de fem nordiske lande. De nationale midler skulle anvendes til at udvikle indholdet i NORDLAB. Midlerne fra Nordisk Ministerråd skulle anvendes til at gøre det nordiske samarbejde muligt. Derfor bestod NORDLAB af fem nationale projekter, hvor erfaringerne fra hvert projekt spredtes til de øvrige nordiske lande.

De nordiske projekter.

De fem nordiske lande deltog med hver deres projekt i NORDLAB. Projekterne i de enkelte lande er udvalgt på baggrund af de særlige ”spidskundskaber”, der

findes indenfor matematik, naturfag og teknologi i de enkelte lande. De fem delprojekter var:

Danmark: Det eksperimentelle arbejde i naturfagene.

Sverige: Elevers tænkning om naturvidenskabelige fænomener.

Finland: Moderne teknologi i skolens matematik og naturvidenskabelige undervisning.

Norge: Elevcentreret matematikundervisning med fokus på selvevaluering.

Island: Samfundets energiforsyning.

Til at følge landenes projekter blev der til hvert land udpeget en nordisk kontaktgruppe, bestående af repræsentanter for de øvrige nordiske lande. Deres opgave var at rådgive og beslutte og forestå spredningen af workshopmaterialet i deres eget land.

Den nordiske kontaktgruppe for Danmark bestod af:

Carl Angell, Universitetet i Oslo, Norge

Runar Thorvaldson, Gymnasiet i Kopavogur, Island

Jari Lavonen, Institutionen för lärarutbildningen vid Helsingfors Universitet, Finland

Mats Areskog, Malmö Högskola, Lärarutbildningen, Sverige

Undervisningsministeriet iværksatte som en del af det nordiske projekt et forsknings- og udviklingsprojekt om det praktiske og eksperimentelle arbejde i naturfagene og der blev bevilget ½ million kr. pr. år til arbejdet.

NORDLAB-DK: Det praktiske og eksperimentelle arbejde i naturfagene.

Indledning.

Når den nordiske projektledergruppe foreslog, at den danske del af udviklingsarbejdet skulle rumme det eksperimentelle arbejde i naturfagene, er der to væsentlige grunde til dette.

For det første har det praktiske og eksperimentelle arbejde i naturfagene gennem de senere år været problematiseret. Der har især været stillet spørgsmålstegn ved, om elevernes læring er i overensstemmelse med lærernes ofte meget vidtrækkende intentioner, som de også er nedfældet i læseplanerne i de nordiske lande.

For det andet har det praktiske og eksperimentelle arbejde specielt været gjort til genstand for diskussion og undersøgelse i Danmark. Danmark deltog således i en europæisk undersøgelse af det praktiske arbejde i fagene biologi, fysik og kemi på gymnasiets højeste niveau og universitets indgangsniveau¹. Derudover kan nævnes en stor international konference med titlen: "Practical Work in Science Education – the Face of Science in Schools" som blev afholdt i København i maj 1998.²

NORDLAB-DK blev ledet af Uddannelsesstyrelsen i et samarbejde mellem GYM og GSK. Styregruppen bestod af:

kontorchef Torben Christoffersen (GYA)

fagkonsulent Eigil Larsen (GSI)

undervisningsinspektør Claus Helmann Christensen (GYA) og

fagkonsulent Birgitte Appel (GYE)

Styregruppen havde det overordnede projektansvar, herunder det overordnede ansvar for de nationale midler, fordeling af arbejdsopgaver og ansvaret for udgivelserne i projektet. Efterfølgende blev der nedsat en projektgruppe, som havde det faglige ansvar. Den bestod af

fagkonsulent Eigil Larsen (GSI)

undervisningsinspektør Claus Helmann Christensen (GYA)

fagkonsulent Birgitte Appel (GYE)

lektor Ole Goldbech og

lektor Albert Chr. Paulsen

¹ Se Séré, M-G. et al.(1999): *Improving Science Education: issues of research on innovative empirical and computer-based approaches to labwork in Europe*. Project PL 95 2005. The European Commission. Se også Working Papers 2, 3, og 6. (1998):

<http://www.physik.unibremen.de/physics.education/niedderer/projects/labwork/papers.html>

² Se Leach, J.L., Paulsen, A.C. (eds.)(1999): *Practical Work in Science Education. Recent Research Studies*. Kluwer academic publishers and Roskilde University Press.

samt Nielsen, K, Paulsen, A.C.(eds.)(1999): *Practical Work in Science Education- the Face of Science in Schools. 20 Contributions to the Conference*. Royal Danish School of Educational Studies.

Den danske projektgruppe valgte efterfølgende projekttitlen: "Det praktiske og eksperimentelle arbejde i naturfagene" ud fra et eksplicit ønske om at inddrage det feltbiologiske og ikke mindst det feltgeografiske arbejde, idet begrebet "eksperimentelt" ofte refererer snævert til arbejde i laboratoriet i primært fagene biologi, fysik og kemi. Dertil kommer at arbejdet i laboratoriet i de sidstnævnte fag er righoldigt behandlet i den fagdidaktiske litteratur, medens feltarbejdets didaktik er langt mere sporadisk beskrevet.

De grundlæggende ideer var at

- udviklingsarbejdet skulle dels analysere en række problemer ved det praktiske og eksperimentelle arbejde, dels udvikle undervisningen
- arbejdet skulle i høj grad være praksisrelateret.
- arbejdet skulle udføres af praktiserende lærere med hjælp og støtte fra fagdidaktisk forskningsekspertise efter modellen "læreren, der forsker i og udvikler sin egen undervisning".
- resultatet ("Workshoppapirer") skulle tjene som inspiration og hjælp til kolleger og lærere, altså "fra lærer til lærer".

Udviklingsarbejdets generelle mål var, at give såvel praktiserende som kommende lærere redskaber og muligheder for at reflektere over og udvikle deres undervisning ved at ændre praksis i brugen af det praktiske og eksperimentelle arbejde, så det i højere grad bringes i overensstemmelse med intentionerne.

Administrationen af arbejdet blev efterfølgende henlagt til Roskilde Universitetscenter, Institut for studiet af Matematik og Fysik samt deres funktioner i Undervisning Forskning og Anvendelse (IMFUFA) og den daglige ledelse samt kontakt, støtte og vejledning med lærerne varetoges af

lektor Ole Goldbech, KDAS og
lektor Albert Chr. Paulsen, IMFUFA.

I afsnit 3 bliver projekterne mere detaljeret beskrevet.

1. Baggrund.

1.1. Om det praktiske og eksperimentelle arbejde i skolen.

Det praktiske arbejde i naturfagsundervisningen har en central placering i de nordiske skoletraditioner og har traditionelt været tillagt stor betydning for elevers læring i de naturvidenskabelige fag. Således lægger også de nordiske læseplaner afgørende vægt på denne del af den naturfaglige undervisning, og på alle trin af skoleuddannelserne og i læreruddannelserne bliver betydningen for undervisning og læring fremhævet. Det praktiske arbejde kan således hjælpe elever til at

- blive interesserede og motiverede
- opleve og iagttage fænomener i naturen og i laboratoriet
- lære de naturvidenskabelige begreber ved at iagttage dem i en kontekst
- lære og anvende naturvidenskabelige processer og metoder
- udvikle praktiske færdigheder og iagttagelsesevne

En væsentlig intention i forbindelse med anvendelsen af naturvidenskabelige processer og metoder er, at det udvikler elevernes evne til at ræsonnere og argumentere i forbindelse med forhold i deres omverden, som har et naturvidenskabeligt indhold. Derudover udvikler arbejdet sociale færdigheder og holdninger, som følge af at arbejdet ofte forgår i grupper³. Det fremhæves ligeledes ofte, at især det eksperimentelle arbejde i laboratoriet giver eleverne indsigt i fagenes epistemologi så som forholdet mellem teori og eksperiment, og om hvordan naturvidenskabelig viden skabes i de naturvidenskabelige fag.⁴

Den betydning, der tillægges det praktisk eksperimentelle arbejde, understreges f.eks. af, at afgangsprøven i fysik/kemi i den danske folkeskole består af en praktisk eksperimentel prøve, ligesom rapporter over eksperimenter spiller en rolle ved gymnasiets mundtlige eksaminationer i naturfagene.

De intentioner, der ifølge læseplanerne er vedrørende læring og udvikling af kompetencer, som de kort er anført ovenfor, deles i vid udstrækning af lærerne i de naturvidenskabelige fag. Spørgsmålet er imidlertid, om disse mål alle er ønskelige og opnåelige, og om skolens praksis svarer til intentionerne.

En række undersøgelser⁵ heriblandt også nordiske har mere detaljeret belyst

- lærernes intentioner med undervisningen,
- omfanget af det eksperimentelle arbejde,
- hvordan det eksperimentelle arbejde udføres og anvendes,
- elevernes læring,
- elevernes opfattelser af naturvidenskab, som det kommer til udtryk i det eksperimentelle arbejde.

TIMSS undersøgelserne vedrørende det eksperimentelle arbejde, hvori Danmark, Norge og Sverige har deltaget har således indgående beskæftiget sig med elevernes eksperimentelle kompetencer⁶.

Også for natur/teknik faget i 1.-6. klasse i den danske folkeskole har der været foretaget en række undersøgelser⁷

³ Se f.eks. Hodson, D. (1996): Laboratory work and scientific method: Three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies*. 28. (2), 115-135.

⁴ For en uddybning se f.eks.: Kirschner, P.A. (1992): Epistemology, Practical Work and academic skills in Science Education. *Science&Education*. 1, 273-299, 1992.

⁵ Se f.eks. den europæiske undersøgelse med dansk deltagelse: Séré, M-G. et al.(1999): *Improving Science Education: issues of research on innovative empirical and computer-based approaches to labwork in Europe*. Project PL 95 2005. The European Commission. Se også Working Papers 2, 3, og 6. (1998):

<http://www.physik.unibremen.de/physics.education/niederer/projects/labwork/papers.html>

⁶ Se den norske rapport: Per Morten Kind., Marit Kjærnsli, Svein Lie, Are Turmo: *Hva i all verden gjør elevene i realfag? Praktiske oppgaver i matematikk og naturfag*. ILS, UiO

Se den svenske rapport: *Praktiska uppgifter i Timss för 13-åringar i matematik och naturvetenskapliga ämnen* Liber Distribution, Publikationstjänst, 162 89 Stockholm

Se den danske rapport: Weng,P. og Hoff, A. (1999): *Evaluerings i matematik og naturvidenskabelige fag i folkeskolen på grundlag af praktiske opgaver*. Danmarks Pædagogiske Institut .

⁷ Se: Andersen, A.M., Dragsted, S., Nilsson, D., Sørensen, H.(1997): *Foreløbig rapport fra LUNT-projektet*. Danmarks Lærerhøjskole.

Se: Andersen A.M. et.al. (1997): *Natur/teknik på vej - hvorhen? : rapport fra LUNT-projektet*: Danmarks Lærerhøjskole, 1997.

Især fysikundervisningen og herunder det eksperimentelle arbejde har været gjort til genstand for undersøgelser. Således foreligger der en ældre samt to nyere undersøgelser fra Aarhus Universitet⁸ og en evaluering gennemført af Dansk Evalueringsinstitut⁹. Også en række ikke publicerede studenterprojekter har behandlet det praktiske og eksperimentelle arbejde i skolen.

Af undersøgelserne fremgår det, at ikke blot læseplanerne, men også lærerne synes at have alle de ovenfor nævnte intentioner med det praktisk eksperimentelle arbejde. Lærerne fremhæver især mål som:

- at forbinde teori og praksis,
- at anvende og udvikle begreber,
- at lære at arbejde naturvidenskabeligt,
- at lære at ræsonnere og argumentere,
- at lære praktiske færdigheder.

Derudover peger resultaterne af undersøgelserne på, at det betragtes som særdeles væsentligt af både lærere og elever, og at aktiviteterne i det store og hele er vellidte blandt eleverne. Det gælder i ganske særlig grad de såkaldt åbne aktiviteter, som er kendetegnet ved at eleverne selvstændigt planlægger og udfører en eksperimentel aktivitet eller dele af en aktivitet.

1.2. Forholdet mellem intentioner og praksis.

Undersøgelserne viser imidlertid også, at en række forhold ved det eksperimentelle arbejde i den almindelige praksis i skolen er karakteriseret ved, at lærerens intentioner ikke altid er i overensstemmelse med undervisningens praksis eller elevernes læring.

Denne mangel på umiddelbar sammenhæng mellem intention og praksis har givetvis en række årsager. Disse årsager er imidlertid ikke undersøgt i større omfang i forbindelse med de ovennævnte undersøgelser. Det må dog understreges at sådanne forhold som laboratorieadgang, et presset pensum, tidspres, individuelle hensyn til én eller flere elever og meget andet, er en væsentlig del af naturfagslærerens hverdag og væsentlige faktorer for undervisningens ”dagsorden”¹⁰.

⁸ Se: GFI (1982-85): *GFI-rapporter (6 rapporter)*. Det fysiske Institut. Aarhus Universitet.

Se: Krogh,L.B., Thomsen,P.V(2000): *Undervisningsmål og læringsudbytte*. GFII-rapport nr.1. CND´s skriftserie, no.1. Det naturvidenskabelige fakultet. Aarhus Universitet.

Se: Krogh,L.B., Arnborg,P, Thomsen,P.V(2000): *Hvordan gik det så med fysikundervisningen og elevernes udbytte*. GFIII-rapport, del A. CND´s skriftserie, no.3. Det naturvidenskabelige fakultet. Aarhus Universitet.

⁹ *Fysik i skolen – skolen i fysik*. Evaluering af fysik i det almene gymnasium. 2001. Danmarks Evalueringsinstitut.

¹⁰ se f.eks Donnelly, J.F.(1998): ‘The place of the laboratory in science teachers’ work’. *International Journal of Science Education* 20(5): 585-96

1.3. Feltarbejde i biologi og geografi, dets didaktik og praksis.

I den fagdidaktiske litteratur vedrørende det praktiske arbejde er feltarbejde klart underrepræsenteret¹¹. Især det eksperimentelle arbejde, der rummer måledata, som kan gives en kvantitativ behandling og fortolkes for dernæst at anvendes i ræsonnementer er gjort til genstand for undersøgelser og forskning. Ikke blot sider ved naturen, som æstetiske oplevelser og deres betydning for dannelse og uddannelse, men også mere systematiske iagttagelser, analyser og tolkninger af f.eks. landskabsformer er sparsomt repræsenteret.

1.4. Udvikling af undervisning og lærerprofessionalisering.

NORDLAB's idegrundlag indebærer, at lærerne på de respektive uddannelser må involveres for at forbedre undervisningen ved at ændre og udvikle undervisningen. En sædvanlig efteruddannelse f.eks. i forbindelse med nye skolefag, ændringer af læseplaner og vejledninger eller "blot" nye pædagogiske indsigter bygger på kortere eller længere kurser, studiekredse, nye materialer osv. Disse initiativer viser sig imidlertid ofte at være helt utilstrækkelige og effekten af dem særdeles flygtig, idet lærerne ofte kun tager de fragmenter til sig, som passer til deres sædvanlige praksis og forholder sig tøvende eller måske endda afvisende til de nye tiltag.

Dette sker især når

- ændringer bliver trukket over hovedet på lærerne (pædagogik kan ikke overføres eller overtages fra en person til en anden).
- ændringerne er for omfattende og på så mange områder, at det bliver opfattet som overvældende og selvmodsigende i forhold til eksisterende praksis og rammer.
- kun et mindretal af lærere deltager i kurser og workshops.
- der bliver holdt engangskurser og workshops på kursussteder udenfor skolen, hvor lærerne føler sig fremmedgjorte i relation til deres daglige praksis.
- lærerne er bange for at de bliver anset for at ville være bedre end kollegerne (gælder især for videreuddannelse).¹²

Når effekten af kurser og nye materialer ikke er optimal betyder det imidlertid ikke nødvendigvis, at kurser og materialer er dårlige til at kommunikere nye tanker og indsigter. Det drejer sig snarere om, at den enkelte lærer ikke kan identificere sig med ideerne eller at de skolekulturelle og praktiske forhold, som den enkelte lærer har som vilkår ikke passer til de pædagogiske ideer, som præsenteres.

¹¹ Se f.eks. Lunetta V.N.(1998): The School Science Laboratory. In: Tobin, K., and Fraser, B. (eds.)(1998): *International Handbook of Science Education*. Dordrecht : Kluwer, .

¹² For en uddybning se f.eks.: Hargreaves, Andy (1995): Development and Desire – A postmodern Perspective. In: Guskey, Th. R., Huberman, M.(1995): *Professional Development in Education*. Teacher College Press.

2. Udgangspunkter for forskning og udviklingsarbejde.

2.1. Målgruppe for forskning og udviklingsarbejdet.

Projektgruppen for NORDLAB vil gerne formidle nye ideer, med de seneste fagdidaktiske forskningsresultater og den reflekterende praktikers erfaringer til lærere og undervisere i læreruddannelse og i lærernes efter- og videreuddannelse. Målgruppen er derfor lærere i folkeskolen, på de gymnasiale uddannelser og på lærerseminarier indenfor de skolefag, der rummer dele af de naturvidenskabelige discipliner biologi, naturgeografi, fysik, og kemi.

2.2. Principper for udviklingsarbejdet.

Med udgangspunkt i ovenstående betragtninger har det været væsentligt for projektgruppen at lægge følgende tre principper til grund for udviklingsarbejdet

1. At skabe en højere grad af sammenhæng mellem intention, praksis og læring.
2. At udvikle lærerprofessionalismen med hensyn til det praktiske og eksperimentelle arbejde.
3. At prioritere udviklingen af det biologiske og geografiske feltarbejde, dets didaktik og praksis.

2.2.1. En beskrivelsesmodel for det praktiske arbejde.

For at skabe en højere grad af sammenhæng mellem intention, praksis og elevernes læring har vi da som inspiration for lærerne valgt at beskrive undervisningen i det praktiske og eksperimentelle arbejde ved forholdene mellem (se figur 1¹³):

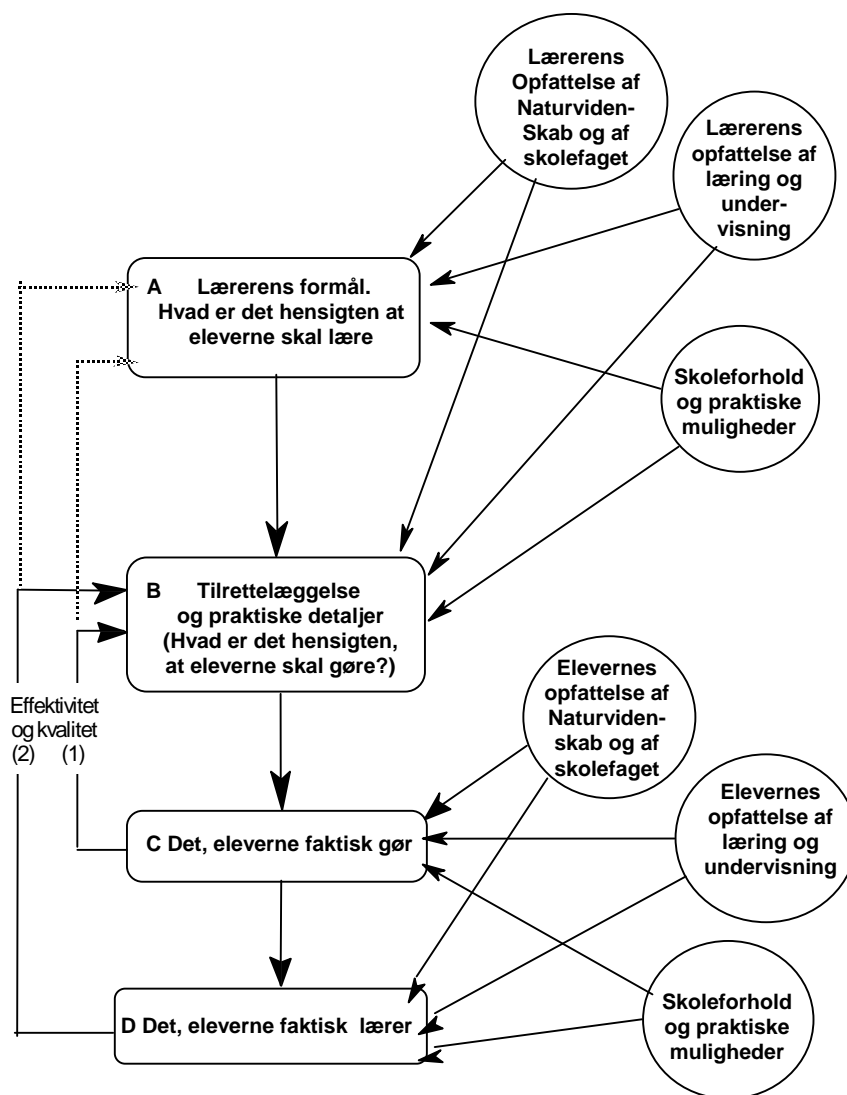
- intentionerne¹⁴,
- den intenderede, tilrettelagte praksis,
- det eleverne faktisk gør,
- det eleverne faktisk lærer.

Undervisningen kan da beskrives ved at analysere sammenhæng mellem undervisningens intentioner, den intenderede, tilrettelagte praksis, og elevernes/de studerendes faktiske aktivitet.

Tilsvarende kan *elevernes læring* beskrives ved at analysere sammenhæng mellem intentionerne, elevernes faktiske aktivitet, og det eleverne/de studerende faktisk lærer.

¹³ Efter: Millar, R.H., Le Maréchal, J-F, Tiberghien, A.(1999): "Mapping the domain – varieties of practical work. Leach,J. and Paulsen, A.C. (eds.)(1999): *Practical Work in Science Education – Recent Research Studies*. Kluwer academic publishers and Roskilde University Press.

¹⁴ Der kan her afhængig af formålet med undersøgelsen være tale om læseplanernes og/eller lærerens intentioner



Figur 1.

En række væsentlige parametre har indflydelse på disse sammenhænge.

Det drejer sig i første række om lærernes og elevernes opfattelser:

- af læring
- af undervisning
- af naturvidenskab ud fra et epistemologisk perspektiv
- af skolefaget med et naturvidenskabeligt indhold af skoleforholdene og de praktiske muligheder for eksperimentelt arbejde.

Kvaliteten og effektiviteten af det praktiske og eksperimentelle arbejde kan ifølge disse overvejelser beskrives for såvel undervisningen som for elevernes/de studerendes læring.

Kvaliteten og effektiviteten af læringen (se figur 1, effektivitet 1) beskrives som omfang, grad og art af sammenhæng mellem intentioner, den intenderede, tilrettelagte praksis og det eleverne faktisk lærer.

Kvaliteten og effektivitet af undervisningen (se figur 1, effektivitet 2) beskrives som omfang, grad og art af sammenhæng mellem intentionerne, den intenderede, tilrettelagte praksis og elevernes faktiske aktiviteter.

Det har været intentionen med det udviklingsarbejde, som nu er gennemført, at belyse og besvare en række af de problemer, der er forbundet med det eksperimentelle arbejde ved at tage udgangspunkt i de netop beskrevne sammenhænge mellem intentioner, den intenderede og tilrettelagte praksis, elevernes faktiske aktivitet og elevernes faktiske læringsudbytte.

2.2.2. Udvikling af feltarbejdets didaktik og praksis i biologi og geografi.

Ved bedømmelsen af projekterne og tildelingen af bevillinger skulle det biologiske og geografiske feltarbejde prioriteres.

2.2.3. Udvikling af lærerprofessionalisme.

Som model for udviklingsarbejdet har vi valgt "den forskende lærer". Dette er sket i overensstemmelse med den overordnede ide i NORDLAB, hvor den enkelte lærer i så høj grad som muligt skal involvere sig i ændring af undervisningen og udviklingen af sin egen lærerprofessionalisme. Som grundlag for arbejdet har vi derfor valgt følgende principper:

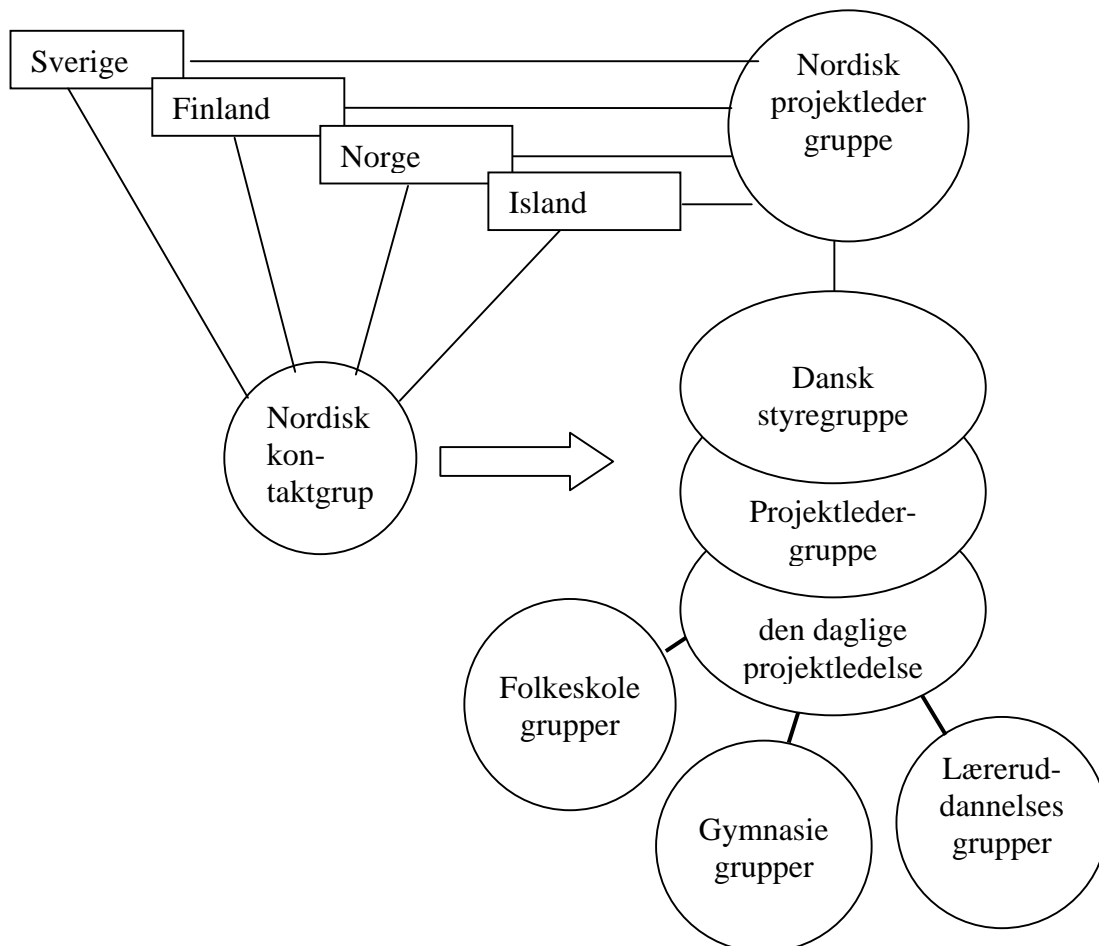
- der skulle nedsættes et antal arbejdsgrupper bestående af praktiserende lærere og læreruddannere
- der skulle tages udgangspunkt i læreres interesse og lokale muligheder
- bevillinger skulle tildeles på baggrund af en kvalitetsbedømt og godkendt projekt-beskrivelse fra lærere og/eller grupper af lærere
- der skulle gives en begrænset kompensation til deltagerne
- der skulle ydes fagdidaktisk støtte til udformning og gennemførelse af projektet
- der skulle løbende følges op på projektets udvikling
- der skulle udformes "workshoppapirer" og resultaterne skulle evalueres
- resultaterne i form af workshoppapirer skulle spredes lokalt, nationalt og nordisk.

3. Arbejdets udførsel og metode.

3.1. Arbejdets organisering.

NORDLAB-DK blev ledet af Uddannelsesstyrelsen i et samarbejde mellem GYM og GSK. Styregruppen, projektgruppen og den daglige ledelse havde stort personsammenfald, som sikrede information mellem alle deltagere. Den jævnlige kontakt og fagdidaktiske støtte til arbejdsgrupperne blev varetaget af lektor Albert Chr. Paulsen og lektor Ole Goldbech, men ved de seminarer, som er omtalt

nedenfor deltog udover arbejdsgrupperne også de øvrige NORDLAB-DK grupper inklusive den nordiske kontaktgruppe. Der var således lagt vægt på, at hver deltager var medlem af et gennemskueligt netværk.



Figur 2. Organisering af NORDLAB-Danmark.

3.2. Arbejdets udførelse.

På baggrund af de generelle principper i afsnit 2.2 blev der udformet en projektbeskrivelse i februar 2000, der redegjorde for den organisatoriske og faglige baggrund for NORDLAB-projektet, for målgruppen og for arbejdets generelle formål. Herunder blev der som inspiration givet nogle hypotetiske eksempler på, hvilke forskningsspørgsmål, arbejdsgrupperne kunne opstille, og hvilke mulige workshoppapirer resultatet kunne indeholde. I beskrivelsen blev der stillet mere konkrete forventninger til arbejdsgruppernes projektbeskrivelser som grundlag for bedømmelse og tildeling af bevillinger.

Projektets principper udfoldede sig dernæst konkret i følgende projektførløb:

- idekonference den 1.marts 2000 for nøglepersoner fra de forskellige uddannelsesniveauer,
- opfordrede til at sende ansøgninger (formål, metoder, forventet resultat, spredning, tidsramme, budget) om at deltage med et projekt,
- bevilgede midler til 13 arbejdsgrupper på baggrund af ansøgninger og grupperne gik i gang sommeren 2000,
- kontakt, opfølgning og fagdidaktisk støtte til de selvstyrende arbejdsgrupper,
- midtvejsseminar den 1.februar 2001. Hvert projekt blev præsenteret og diskuteret på baggrund af forberedte spørgsmål fra en "opponent-gruppe",
- slutseminar den 1.februar 2002, hvor udvalgte projekter blev præsenteret,
- spredning af resultater.

3.2.1. Idekonferencen.

Efter invitation til idekonferencen den 1. marts 2000 i Ingeniørernes Hus deltog 54 nøglepersoner fra forskellige niveauer i uddannelsesverdenen. På konferencen redegjorde kontorchef Torben Christoffersen for en række generelle problemer for de naturvidenskabelige og matematiske fag i skolen. Fagkonsulent Eigil Nielsen beskrev NORDLAB initiativet, og lektor Albert Chr. Paulsen gav et oplæg om en række problemfelter vedrørende brugen af det praktiske og eksperimentelle arbejde i formidlingen af naturfagene (biologi, fysik, fysik/kemi, geografi, kemi og natur/teknik) og om de tanker, som lå bag de valg, som var truffet vedrørende udviklingsarbejdet i NORDLAB-DK. Dernæst organiserede lektor Ole Goldbech et workshoparbejde om mulige forskningsspørgsmål til et udviklingsarbejde. Endnu en workshop havde til opgave at konkretisere indholdet i mulige projekter, hvorefter daværende fagkonsulent Claus Christensen resumerede workshoparbejdet. Resultatet af denne startkonference blev en række ideer til dannelsen af arbejdsgrupper med indhold fra forskellige fag på forskellige niveauer.

3.2.2. Udarbejdelse af arbejdsgruppernes projekter.

Til brug for ansøgningerne skulle hver arbejdsgruppe udpege en kontaktperson, som havde til opgave at varetage kontakten mellem arbejdsgruppen og projektledelsen. Derudover skulle der udarbejdes en plan, med en beskrivelse af:

1. Det overordnede mål for arbejdet og dets relation til NORDLAB-DK.
2. Hvilke forskningsspørgsmål arbejdet er rettet imod, og hvad det enkelte forskningsspørgsmål ønskes fokuseret på.
3. Hvordan arbejdet skal organiseres.
4. Hvilke metoder, man vil anvende.
5. En tidsplan for arbejdets udførelse.
6. Et budget for arbejdsgruppen.
7. Hvilke resultater der forventes af arbejdet.

8. I hvilken form resultatet af arbejdet skal formidles.
9. Hvilke workshop-papirer, der skal udarbejdes samt deres art og indhold. Denne beskrivelse skal bl.a. foretages under hensyntagen til, at papirerne skal kunne anvendes som redskab for den enkelte lærers refleksion over undervisning.
10. Hvem, der er målgruppen.
11. Hvilke refleksioner kan arbejdets resultat give anledning til eksempelvis i forhold til udvikling af læseplaner, af indholdet og brugen af det praktiske og eksperimentelle arbejde samt af undervisningsmaterialer.
12. Publicering af materialet.
13. Ideer til spredning af materialet.

3.2.3. Bedømmelse af og bevillinger til arbejdsgrupper.

Der indkom over 20 ansøgninger, og projektledergruppen holdt en række møder, hvor ansøgningerne blev behandlet. Projektledergruppen skønnede, at 13 projektbeskrivelser havde et indhold og en kvalitet, som var i overensstemmelse med NORDLAB projektets og NORDLAB-DK projektledergruppens intentioner. Kun et fåtal af projekterne kunne dog tilgodeses med deres fulde budgetønsker, men der blev i alt bevilget kr. 760860 til de 13 arbejdsgrupper. Da arbejdsgrupperne tilsammen involverede mere end 50 personer, måtte der for frikøbenes vedkommende bevilges efter en fordelingsnøgle, hvorefter hver deltager højst kunne få frikøb for 50 timer og et projekt højst for i alt 200 timer. Af de 13 projekter henvendte otte sig til gymnasium- og hf-undervisningen, heraf drejede fire sig om fysik, to om biologi, et om både biologi, fysik og kemi og et om geografi. Derudover henvendte en arbejdsgruppe sig til htx-undervisningen i kemi. Tre arbejdsgrupper henvendte sig til folkeskolen, heraf drejede en sig om fysik/kemi, en om natur/teknik og en om natur/teknik, fysik/kemi og matematik. En arbejdsgruppe henvendte sig til undervisningen i biologi og geografi på seminariet (se skema)

I oktober måned 2000 var de 13 bevilgede projekter i gang. Det følgende er en kort version af projektbeskrivelserne:

3.2.4. Oversigt over og beskrivelser af arbejdsgruppernes projekter.

(19. oktober 2000)

Nr	Projekt	Fag	Niveau	Projekt Leder
1	IT og det virtuelle eksperiment i gymnasiets fysikundervisning	Fysik	Det almene gymnasium	Martin Schmidt
2	IT i det eksperimentelle arbejde i gymnasiets fysikundervisning	Fysik	Det almene gymnasium	Knud Erik Sørensen
3	Fremstilling af PhysLets til gymnasiets fysikundervisning	Fysik	Det almene gymnasium	Bjarning Grøn
4	Feltarbejde i biologi- og geografiundervisningen	Biologi, Geografi	Lærerseminarium	Kirsten Nielsen
5	Undervisningsforløb om vandløb	Natur/ Teknik, Biologi	Folkeskolen	Elisabeth Dannesboe
6	Fremmer eksperimentelt arbejde i biologi, fysik og kemi erhvervelsen af naturvidenskabelige kompetencer?	Biologi, Fysik, Kemi	Det almene gymnasium og HF	Dorte Hammelev
7	Lærer intentioner i valg af praktisk/eksperimentelt arbejde i biologi. Hvordan påvirker det praktiske/eksperimentelle arbejde elevernes biologiske forståelse?	Biologi	Det almene gymnasium og HF	Dorte Hammelev
8	Afspejler den mundtlige eksamen det praktisk/eksperimentelle arbejde i den daglige biologiundervisning?	Biologi	Det almene gymnasium og HF	Dorte Hammelev
9	Udvikling af praktisk arbejde i natur/teknik	Natur/ Teknik	Folkeskolen	Annemarie Møller Andersen
10	Lærerrollen og indføring af det naturvidenskabelige eksperiment i kemi C	Kemi	Teknisk gymnasium (Htx)	Bill Linnane
11	Lærerrollen i det praktiske og eksperimentelle arbejde i folkeskolens fysik/kemiundervisning	Fysik/Kemi	Folkeskolen	Eva Totzki
12	Fra oplevelse og iagttagelse til læring	Geografi	Det almene gymnasium og HF	Jens Korsbæk Jensen
13	Learning Lab: Lærernes eksperimentarium.	Fysik	Folkeskolen, gymnasier og lærerseminarier.	Bent Jørgensen IMFUFA

NORDLAB-DK 1

IT og det virtuelle eksperiment i gymnasiets fysikundervisning

Fag/ Niveau: Fysik/Almene Gymnasium

Formålet med projektet er at udvikle nyt undervisningsmateriale til det eksperimentelle arbejde i gymnasiets fysikundervisning. Vi vil vise, hvordan inddragelse af virtuelle eksperimenter kan udvide det traditionelle eksperimentelle arbejde. I det virtuelle laboratorium kan eleverne opstille hypoteser og afprøve dem umiddelbart efter. "Hvad nu hvis"-scenarier kan gennemspilles let og hurtigt. Denne interaktivitet vil kunne udfordre elevernes kreative evner og derfor give et større elevengagement.

Målet er at producere en samling konkrete vejledninger, som kan anvendes direkte eller redigeres af fysiklæreren.

Vores arbejde med projektet falder i to faser:

A. Virtuelle eksperimenter og Internettet. Fremstilling af undervisningsmateriale.

Vi vil analysere Internettets muligheder for at lave virtuelle eksperimenter. Der vil blive udpeget et antal virtuelle eksperimenter og lavet konkrete vejledninger til brug af disse i fysikundervisningen.

B. Analyse af anvendelsen af det fremstillede undervisningsmateriale.

Eksperimenterne og det tilhørende materiale vil blive afprøvet på vore egne klasser og i begrænset omfang på andre klasser og hold.

Vi vil undersøge elevernes udbytte af de virtuelle eksperimenter. Det vil ske ved en spørgeskemaundersøgelse suppleret med interview med enkelte elever. Desuden vil vi lave en systematisk iagttagelse af, hvordan elever og lærere agerer under arbejdet med virtuelle eksperimenter.

I undersøgelsen vil fokus være på:

Hvorvidt de virtuelle eksperimenter kan øge elevernes interesse for og forståelse af fysik.

- Om eleverne kan skelne mellem model og virkelighed. (Det er et vigtigt mål med undervisningsmaterialet at gøre eleverne opmærksom på denne skelnen).
- Forskellige elevgruppers reaktion på arbejdet med virtuelle eksperimenter, herunder om der ses forskelle mellem piger og drenge.

Materialet bliver publiceret på Fysiklærerforeningens hjemmeside

<http://www.fy.gymfag.dk/>

Deltagere:

Martin Schmidt, **projektleder**
Stenløse Gymnasium og HF

Karsten Refsgaard
Vejen Gymnasium og HF

Bjarning Grøn
Viborg Katedralskole

NORDLAB-DK 2

IT i det eksperimentelle arbejde i gymnasiets fysikundervisning

Fag/ Niveau: Fysik/Gymnasium

Projektet har som formål at få udarbejdet nyt undervisningsmateriale til det eksperimentelle arbejde i gymnasiets fysikundervisning. Vi vil vise, hvordan anvendelse af IT kan gøre det eksperimentelle arbejde mere realistisk og autentisk og herved medvirke til at nedbryde barrierer hos lærere, der er skeptiske eller negative over for at inddrage IT i undervisningen. Et af vore delmål er at producere en samling konkrete vejledninger, som kan anvendes direkte eller redigeres af fysiklæreren. Desuden vil vi hos lærere prøve at finde frem til de barrierer, der blokerer for anvendelsen af ny teknologi i det eksperimentelle arbejde. De identificerede barrierer vil vi i det producerede materiale give forslag til at afhjælpe. Vi vil også sætte fokus på mulighederne for at lave praktisk arbejde uden for fysiklokalet med moderne, transportabelt udstyr til dataopsamling, ligesom det er vores intension at fokusere på pigers interesse for og udbytte af fysikeksperimenter. Vi vil løbende publicere vore resultater på Fysiklærerforeningens hjemmeside, <http://www.fy.gymfag.dk/>

Deltagere:

Knud Erik Sørensen, **projektleder**
Horsens Statsskole

Jens Borchsenius Kristensen
Amtsgymnasiet I Odder

Carl Hemmingsen
Frederikssund Gymnasium

NORDLAB-DK 3

Physlets i gymnasiets fysikundervisning

Fag/ Niveau: Fysik/ Gymnasium

Formål

Det er formålet med arbejdet at udarbejde materiale, der giver lærere mulighed for selv at fremstille virtuelle eksperimenter i form af såkaldte physlets (Physics Applets) til at støtte og udvide det traditionelle, eksperimentelle laboratoriearbejde, samt at undersøge, hvordan sådanne eksperimenter bedst kan indpasses i en dansk undervisningstradition.

Baggrund

Medarbejdere ved Davidson College i USA har udviklet specielle JAVA-appletter til brug i fysikundervisningen. Projektdeltagerne har stiftet bekendtskab med disse appletter ved en workshop januar 2000, og arbejdet vil tage udgangspunkt i materialet fra denne workshop.

Arbejdet

Der vil blive fremstillet et antal appletter med tilhørende forslag til anvendelse. Desuden vil der blive udarbejdet vejledning til lærere, der er interesseret i selv at fremstille appletter. Projektet er integreret med projekt 1

Analyse af anvendelsen af det fremstillede undervisningsmateriale:

Eksperimenterne og det tilhørende materiale vil blive afprøvet på vore egne klasser og i begrænset omfang på andre klasser og hold.

Vi vil undersøge elevernes udbytte af at arbejde med physlets. Det vil ske ved en spørgeskemaundersøgelse suppleret med interview med enkelte elever. Desuden vil vi lave en systematisk iagttagelse af, hvordan elever og lærere agerer under arbejdet med physlets.

I undersøgelsen vil fokus være på:

- a. hvorvidt brugen af physlets kan øge elevernes interesse for og forståelse af fysik.
- b. om lærerrollen ændres.
- c. forskellige elevgruppers reaktion på arbejdet med physlets, herunder om der ses forskelle mellem piger og drenge.

Forventede resultater

Ved at inddrage virtuelle eksperimenter i undervisningen vil eleverne få mulighed for at 'eksperimentere' når som helst og hvor som helst, blot der er adgang til eksperimentet fx over Internettet eller på cd-rom på egen maskine. De virtuelle eksperimenter er interaktive, således at eleverne ved aktivt at gå ind og variere en enkelt parameter ad gangen kan undersøge, hvilken indvirkning det har på resultatet. Læreren vil desuden kunne bruge disse enkle eksperimenter som en meget kraftfuld erstatning for 'tavle og kridt'-eksperimenter. En mere uddybende beskrivelse af physlets findes på <http://www.fy.gymfag.dk/ikt/artikler/index.html>

Deltagere:

Bjarning Grøn, **projektleder**
Viborg Katedralskole

Niels Elbrønd Hansen
Frederiksberg gymnasium og hf

NORDLAB – DK 4

Feltarbejde¹⁵ i biologi- og geografiundervisningen

Fag/niveau: Biologi, Geografi/Seminarium

Projektet er et samarbejde mellem biologi- og geografilærere på 4 lærerseminarier og Danmarks Pædagogiske Universitet.

Formål

Formålet med projektet er:

¹⁵ Ved feltarbejde forstås vi: en aktivitet, der bringer de studerende/eleverne uden for klasseværelser med henblik på læring i og af omgivelserne. Et feltarbejde har altid et fagligt indhold, og formålet er, at eleverne selv direkte undersøger det, der er undervisningens genstand.

- at belyse feltarbejdets situation på liniefagsuddannelserne i biologi og geografi
- at igangsætte udviklingsprojekter i feltarbejde
- at udvikle workshop-materialer, der fremmer udnyttelsen af feltarbejdets potentialer gennem refleksion, nye tanker og konkrete ideer.
- at bidrage til de lærerstuderendes og folkeskoleelevers læring via feltarbejde

Arbejdet

Formålet søges nået gennem følgende:

- a. Et udredningsarbejde med fokus på krav og praksis m.h.t. feltarbejde i liniefagsuddannelsen i biologi og geografi og en undersøgelse af, hvilke forestillinger de lærerstuderende gør sig mht. feltarbejdets mulige potentialer i folkeskolen. Udredningen og undersøgelsen vil så vidt muligt inddrage alle landets lærerseminarier.
- b. Gennemførelse af kortvarige udviklingsprojekter, hvor der dels fokuseres på seminarielærernes tanker om feltarbejde som indhold/støtte til deres egen undervisning og som mål for de lærerstuderendes ”oplæring” til professionelle biologi- og geografilærere, dels mere konkret fokuseres på, hvordan de lærerstuderendes kompetence i at gennemføre feltarbejde i geografi- og biologiu-ndervisningen i folkeskolen kan udvikles.

Pkt. a er fortrinsvis DPU - deltagernes ansvar, mens pkt. b fortrinsvis er de deltagende seminarielæreres.

Udredningsarbejdet plus beskrivelse og refleksioner over udviklingsprojekterne vil danne grundlag for workshopmaterialet.

Deltagere:

Kirsten Nielsen., **projektleder**
 Annemarie Møller Andersen,
 Søren Breiting
 Danmarks pædagogiske Universitet

Jette Schmidt,
 Frede Sørensen,
 Ålborg seminarium

Ole Storm
 Hjørring Seminarium

Poul Kristensen,
 Cita Nørgård
 Odense seminarium

NORDLAB – DK 5

Undervisningsforløb om vandløb

Fag/niveau: Matematik, Natur/Teknik, Biologi/Grundskole

Mål for projektet

Projektet skal give,

- eleverne mulighed for at erhverve grundlæggende viden om vandløb (faktuelle naturforhold, interessekonflikter, forvaltning af vandløb og handlemuligheder)
- eleverne mulighed for selv eller i samarbejde med andre at forbedre naturindholdet i et givent vandløb og efterfølgende at undersøge effekten heraf
- lærerne mulighed for, ud fra et forud planlagt forløb om vandløb, at reflektere over elevernes læring og udvikling af handlekompetence.

Plan for arbejdet

I efteråret 2000 har projektgruppen som pilotprojekt gennemført undervisningsforløb i 5. og 8. årgang. I forløbet var det centrale, at eleverne arbejdede med at lave stryg og grydebanker i to vandløb. Forud for dette havde klasserne undersøgt vandkvaliteten og fiskebestandens sammensætning de to steder. I januar 2001 klækkes ørredyngel til udsætning i vandløbene.

Erfaringerne fra pilotprojekterne skal benyttes i foråret 2001 til at udarbejde materialer til undervisningsforløb om vandløb, som skal afprøves af flere klasser i Kolding Kommune i efteråret 2001. Som en del af dette undervisningsforløb indgår systematisk erfaringsopsamling af elevernes læring og udvikling af handlekompetence.

Deltagere:

Elisabeth Dannesboe, **projektleder**
Bramdrup Skole, Kolding

Alice Sommerlund
Bakkeskolen, Kolding

Naturskoleleder Jørn Chemnitz
Kolding Naturskole

Søren Breiting, **konsulent på projektet**
Danmarks pædagogiske Universitet

NORDLAB – DK 6

Fremmer eksperimentelt arbejde i biologi, fysik og kemi erhvervelsen af naturvidenskabelige kompetencer?

Fag/niveau: Biologi, Fysik, Kemi/Gymnasium Hf

I projektet har vi opstillet tre forskningsspørgsmål, vi ønsker at besvare:

- Hvilke naturvidenskabelige kompetencer forventer vi som lærere, at eleverne erhverver sig ved praktisk/eksperimentelt arbejde i hhv. biologi, fysik og kemi?

- I hvilket omfang er der sammenfald mellem de beskrevne kompetencer i de tre fag?
- I hvilket omfang vil en given tilrettelæggelse af det eksperimentelle arbejde fremme elevernes naturvidenskabelige kompetencer?

Det praktisk/eksperimentelle arbejde er blevet tilrettelagt således, at der stilles større og større krav til eleverne selvstændighed i forbindelse med gennemførelsen af det eksperimentelle arbejde og rapporteringen. Via denne øgede selvstændighed håber vi at kunne skabe de bedste forudsætninger for, at eleverne bruger de forskellige naturvidenskabelige kompetencer, de efterhånden tilegner sig. For øjeblikket arbejder vi med:

- elevernes evne til at kunne udarbejde og aflæse en graf
- elevernes evne til at organisere den praktiske undersøgelse i arbejdsgrupperne.
- elevernes opfattelse af ”rigtige” og ”forkerte” resultater.
- elevernes opfattelse af fejlkilder, eller sagt på en anden måde, de lærer at vurdere i hvor høj grad den teoretiske model, hypotesen stemmer med virkeligheden ved at sammenligne teori og praksis.

Deltagere:

Dorte Hammelev, **projektleder**
Frederiksberg HF kursus

Linda Sendrup
Ordrup Gymnasium

Lisbeth Leonhardt
Herlev Gymnasium

NORDLAB – DK 7

Hvilke intentioner har lærerne, når der vælges praktisk/eksperimentelt arbejde i biologiundervisningen, og hvordan påvirker det elevernes biologiske forståelse?

Fag/niveau: Biologi/Gymnasium og HF

Jeg har opstillet tre forskningsspørgsmål:

- Hvilke intentioner har læreren, når der vælges praktisk/eksperimentelt arbejde med en bestemt form og et bestemt indhold i undervisningen?
- Er der overensstemmelse mellem lærerintentioner og elevernes forestillinger om formålet med det givne praktisk/eksperimentelle arbejde?
- Hvilke parametre er elevernes biologisk forståelse af et givet praktisk/eksperimentelt arbejde afhængig af?

En pilotundersøgelse viser, at eleverne var overraskede over, at de i en undersøgelse af nitratindholdet i grønsager var blevet stillet overfor en faktisk opgave, at måle nitratindholdet i gulerødder og sammenholde det med de gældende grænseværdier for nitratindtagelse. De regnede helt sikkert med, at læreren kendte resultatet på forhånd og forlangte derfor at kende det, så de kunne se, om de havde foretaget undersøgelsen korrekt. De mente, at deres opgave bestod i at

eftervise resultatet - ikke selv at finde det. Det, der her blev afgørende, var elevernes tidligere erfaringer med naturvidenskabelige undersøgelser og eksperimenter.

Den videre strategi i undersøgelsen går ud på at interviewe elever og lærere om brugen af bestemte undersøgelser og eksperimenter. Herunder vil jeg undersøge, i hvor høj grad og i hvilket omfang tidligere erfaringer eller erfaringer fra andre fag har indflydelse på elevernes opfattelse af, hvad de kan bruge eksperimentelle erfaringer til.

Deltagere:

Dorte Hammelev, **projektleder**
Frederiksberg HF kursus

NORDLAB - DK 8

Afspejler den mundtlige eksamen det praktisk/eksperimentelle arbejde i den daglige biologiundervisning?

Fag/niveau: Biologi/Gymnasium og HF

Jeg har sat mig for at undersøge, hvordan og i hvilket omfang den daglige undervisning inklusiv praktisk/eksperimentelt arbejde påvirker elevernes forståelse af biologiske problemstillinger og af deres opfattelse af biologi som et naturvidenskabeligt fag. Eksamen skal afspejle den daglige undervisning. Derfor er det ultimative krav til eksamensspørgsmålene, at de afspejler den måde, hvorpå det praktisk/eksperimentelle arbejde indgår i den daglige undervisning. Eksamen-sopgaver anvendes derfor som pejlemærke for det eksperimentelle arbejdes placering i den daglige undervisning. NORDLAB 8 er således en videreudvikling af NORDLAB 7.

Jeg har valgt den strategi at gå i gang med at gennemgå et større antal sæt af eksamensspørgsmål fra sommereksamen år 2000 for at se, hvordan det eksperimentelle arbejde er inddraget. Det har affødt følgende kategorisering:

A. Hvordan og i hvilket omfang inddrages det eksperimentelle arbejde i udformningen af eksamensspørgsmålene?

- I hvor mange % af spørgsmålene er det eksperimentelle inddraget?
- I de spørgsmål, hvor det eksperimentelle arbejde er inddraget, er der da i spørgsmålsformuleringen et krav om at inddrage det eksperimentelle arbejde?
- Hvordan er sammenhængen mellem opgaveformuleringen og kravet om inddragelse af det eksperimentelle?
- På basis af disse oplysninger udspørges elever og lærere om deres forhold til eksperimentelt arbejde:

B. Lærerne

- Hvordan synes læreren det eksperimentelle arbejde skal inddrages i eksaminationen?
- Hvilke dele af en bestemt undersøgelse eller et bestemt eksperiment er det vigtigt specielt at inddrage? Hvordan synes læreren, eleverne inddrager det eksperimentelle i eksaminationen?

C. Eleverne

Hvordan bruger eleverne deres eksperimentelle erfaringer til eksamen?

D. I hvilket omfang er der overensstemmelse mellem lærer- og elevforventninger?

Deltagere:

Dorte Hammelev, **Projektleder**

Frederiksberg HF kursus

NORDLAB - DK 9

Udvikling af praktisk arbejde i natur/teknik

Fag/niveau: Natur/Teknik/Grundskole

Formål

Projektets mål er at bidrage til, at det praktiske arbejde i natur/teknik bliver mere varieret med vægt på, at eleverne får en mere undersøgende/udforskende tilgang til det praktiske arbejde.

Baggrund

Arbejdsgruppens erfaringer peger i retning af, at eleverne i natur/teknik, arbejder praktisk, men at dette arbejde i meget begrænset omfang har en udforskende tilgang til arbejdet. Heraf udspringer følgende spørgsmål:

Hvordan kan eleverne stimuleres til at være udforskende?

På hvor mange forskellige måder kan eleverne i natur/teknik bringes i situationer, hvor de oplever "et problem" der kan udforskes, som autentisk?

Som en foreløbig forståelse i forbindelse med natur/teknik forbinder vi "autentisk" med problemstillinger og spørgsmål, der er ægte for eleverne. Hvis elever spørger om, der er sukker i sne, eller påstår at der er, vil det være et ægte spørgsmål for dem at undersøge. Dette skal ikke forstås fx således, at lærere passivt skal afvente spontane elevspørgsmål, tværtimod må lærere overveje, hvordan de kan bringe elever i situationer, hvor spørgsmål opstår og derefter hjælpe dem med at udforske egne spørgsmål.

Deltagere:

Annemarie Møller Andersen. **Projektleder**
Danmarks Pædagogiske Universitet

Trine Jarløv,
Pædagogisk Udviklingscenter, Montebello, Helsingør

Birgitte Pontoppidan
Århus Dag- og Aftenseminarium

Steffen Elmose,
CVU, Nordjylland

Maj-Britt Berndtsson,
Jægerspris skole

Eigil Larsen, Fagkonsulent i biologi
Undervisningsministeriet

NORDLAB – DK 10

Lærerrollen og indføring af det naturvidenskabelige eksperiment i kemiC

Fag/niveau: Kemi/HTX

Et projekt om det naturvidenskabelige eksperiment og lærerrollen.

Målet med dette projekt er at undersøge hvordan vi kan indføre det naturvidenskabelige eksperiment i kemi C undervisningen, samt at undersøge betydningen af lærerrollen i denne proces.

Bekendtgørelsen har ændret sig således at kemi og fysik nu har ca. 13 hele timer pr. fag til at indføre det naturvidenskabelige eksperiment. Der har været megen debat og en del usikkerhed om denne nye dimension i bekendtgørelsen. En lang række spørgsmål har rejst sig:

- Skal det være et enkelt fast modul, eller skal det være integreret i den øvrige undervisning?
- Er det noget, der skal eksamineres i, eller er det mere en undervisnings- og arbejdsform?
- Hvad er lærerens rolle?
- Hvordan kan man integrere både kemi og fysik i de 2x13 timer?
- Skal der være et fælles projekt for de to fag, eller kan der være et "løst koblet" system?
- Findes der eksisterende information, som kan bruges til at forstå, hvad der skal gøres?
- Findes der kurser, som lærerne kan deltage i?
- Hvordan kan vi sikre, at eleverne faktisk får det bedre med dette nye system?
- Hvilken forskning kan/bør vi gennemføre, når vi afprøver dette nye system?
- Og når vi endelig ved, hvad vi skal gøre, hvordan kan vi forklare det til andre?

Det er denne type spørgsmål, vi ønsker at få belyst. Derfor vil projektet blive gennemført, således at undersøgelsesfasen vil komme til at udgøre en stor del.

- Vi vil finde ud af, hvor man kan få informationer til at hjælpe læreren med at introducere det naturvidenskabelige eksperiment i undervisningen.
- Vi vil prøve at finde kurser som også andre kan deltage i.
- Vi vil afprøve adskillige metoder for at se, hvad der kan forbedre undervisningen i det naturvidenskabelige eksperiment.
- Vi vil undersøge lærerens rolle, således at det kan integreres i undervisningsforløbet.

Resultaterne vil afslutningsvis blive skrevet i en rapport, der vil være tilgængelig for alle interesserede. Hvis det er praktisk muligt, tilstræbes det, at nogle af fagenes elever deltager i en nordisk konference eller sammenkomst, hvor de kan redegøre for deres evaluering af projektet. På denne måde får man en bedre mulighed for at vurdere projektets resultater.

Deltagere:

William Linnane , **projektleder** Karen Blom, Anja Bochart
Jens Dall, Steen Aagaard Pedersen, Roskilde HTX

NORDLAB – DK 11

Lærerrollen i det praktiske og eksperimentelle arbejde i Folkeskolens fysik/kemiundervisning

Fag/niveau: Fysik Kemi/Grundskole

Mål:

- at undersøge elevers, lærerstuderendes og læreres brug af og holdninger til det praktiske og eksperimentelle arbejde, samt deres mulige ønsker og ideer med henblik på forandringer.
- at udforme ideer til en undervisningspraksis, hvor diskussion og samtaler før og efter det praktiske og eksperimentelle arbejde i folkeskolens fysik/kemiundervisning spiller en større rolle.

Baggrund

Undervisningen i folkeskolens fysik/kemiundervisning baseres i henhold til tradition og bestemmelser for faget på elevernes eget arbejde i laboratoriet. Lærebøger til faget er derfor typisk skrevet med henblik på, at eleverne selvstændigt udfører det praktiske arbejde. Bøgerne henvender sig derfor ofte direkte til eleverne uden om læreren. Det betyder dels, at lærerens rolle kan indskrænkes til at være forvalter af materialer og konsulent for elevenes løsning af opgaver, som andre har stillet, dels, at samtalen og diskussionen i klassen såvel før, under som efter det praktiske arbejde får en ubetydelig plads.

Vores arbejdshypotese er, at lærere og elever ønsker en ændring af den ovenfor beskrevne undervisningspraksis i retning af:

- større elevindflydelse på tilrettelæggelse,

- en forudgående diskussion, som giver mål og mening med det praktiske arbejde,
- en diskussion efter arbejdet, som ud over resultat og beskrivelse rummer refleksion og perspektivering.

Deltagende grupper:

Folkeskoleelever (6 – 10 8. klasser, Greve Kommune)

Lærerstuderende (10 – 12 studerende fra KDAS fra 3. og 4. årgang fordelt på 5 – 6 praktikklaser)

Lærere i folkeskolen (6 – 10 lærere, Greve Kommune og 5 – 6 praktiklærere)

Metode:

Spørgeskema til alle tre grupper samt opfølgende interview med udvalgte personer fra de tre grupper.

Spørgeskemaer og interview skal belyse, klarlægge og afdække:

- den undervisning læreren har intention om at udføre, refleksion over den faktisk udførte undervisning samt forslag til ændringer og forbedringer,
- undervisningen som den opleves af eleverne og deres forslag til ændringer og forbedringer,
- lærerstuderendes opfattelser af hvordan undervisningen udføres i skolen, intentioner og ønsker til egen undervisning i praktik.

Forventet resultat:

Behandling og sammenskrivning af data fra spørgeskemaer og interview samt udformning af ideer og anbefalinger til en ændret undervisningspraksis.

Deltagere:

Eva Totzki. **Projektleder**
Krogårdskolen, Greve

Ole Goldbech
Københavns Dag- og Aftenseminarium

NORDLAB – DK 12

Fra oplevelse og iagttagelse til læring.

Fag/niveau: Geografi/Gymnasium og Hf.

Geografi er et fag, der har den konkrete omverden som genstandsfelt, og omverdensrelateringen foregår ofte gennem et feltarbejde, som giver kød og blod til laboratoriets modeller. Feltarbejde, forstået som arbejde uden for skoleklassen, har derfor udviklet sig til en vigtig metode i de fleste geografiske discipliner. Feltarbejdet kan bestå af indsamling af data, men oplevelse og iagttagelse udgør derudover en vigtig dimension. Gennem sine motiverende og begrebsforankrende aspekter udgør feltarbejdets oplevelser og iagttagelser en vigtig del af læreprocessen. Samtidig er det en vigtig del af fagligheden i geografi dels at kunne se og tolke det set, dels gennem reflekterende iagttagelser at kunne

adskille enkeltelementer og delprocesser og at kunne samle dem igen til helheder. Projektets overordnede problemformulering er i overensstemmelse hermed:

Hvilken betydning har oplevelsen og iagttagelsen i det geografiske feltarbejde for læringen?

Denne problemformulering tematiserer en række spørgsmål og problemstillinger, eksempelvis:

- Hvad er oplevelse?
- Hvad er en god oplevelse (det vil fx sige én, der fører til erkendelser)
- Hvordan fremelskes nysgerrighed?
- Hvilke kompetencer opøves gennem oplevelse og iagttagelse?
- Hvordan inddrages oplevelser og iagttagelse i undervisningen?
- Hvilken betydning har lærerrollen?

Projektet gennemføres ved at en række lærere udarbejder og gennemfører udførelse i klassiske geografiske emneområder (klimatologi, landskab/jord/vand, geologi, bygeografi) og i disse forløb indtænker forskellige måder til at fremme og bearbejde elevernes oplevelser og iagttagelser. Problemer og muligheder vil blive beskrevet, og elever og lærere vil løbende blive spurgt om undervisnings- og læringsmæssige forhold, såsom arbejdsform, motivation, udbytte.

Deltagere:

Jens Korsbæk Jensen, **projektleder** Lisbeth Jakobsen
København VUC Roskilde Amtsgymnasium

Jens Dolin, **projektleder** Lars Andersen
Dansk Institut for Gymnasiepædagogik, Sankt Annæ Gymnasium
Sydansk Universitet

Søren Poulsen Hannah Ø. Ring
Herlev Gymnasium Køge Gymnasium

NORDLAB - DK 13

”Learning Lab: Lærernes eksperimentarium”

Fag/niveau: Fysik/Gymnasium, Seminarium, Universitet

Ved at etablere et netværk mellem fysiklærere fra universiteter, gymnasier og lærerseminarier vil arbejdsgruppen ”Learning Lab: Lærernes eksperimentarium”

- skabe et forum for udvikling af pædagogisk-didaktisk tænkning og praksis vedrørende praktisk og eksperimentelt arbejde i projektarbejde med relativ stor grad af deltagerstyring.
- etablere et ”eksperimentarium” – delvis ”uden mure” – hvor lærere (med elever) kan få faglig – teknisk støtte til udvikling af nye typer eksperimenter og eksperimentelt udstyr.

Det er opfattelsen, at mere ”åbne” opgaver og egentligt projektarbejde, hvori eksperimentelt/praktisk arbejde indgår med relativ stor grad af deltagerstyring har en række positive virkninger på undervisningen som fx øget motivation, mere autentisk opfattelse af det eksperimentelle arbejdes betydning i faget samt bedre læring og kompetenceudvikling. Derfor vil deltagerne projektet søge at:

- gennemtænke de faglige mål og det praktisk/eksperimentelle arbejdes særlige bidrag til at nå disse mål,
- udvikle og afprøve nye arbejdsformer og undervisningsforløb,
- udvikle nye vejlederkompetencer,
- udvikle nye evalueringsformer,
- ændre de praktiske vilkår for det eksperimentelle/praktiske arbejdes udvikling, især ved at understøtte den enkelte lærers muligheder for selv at udvikle nye eksperimenter med mindre afhængighed af det eksisterende ”isenkram” og vejledningsmateriale.

Deltagere:

Bent C. Jørgensen. **Projektleder**
Albert Chr.Paulsen
IMFUFA, Roskilde Universitetscenter

Ole Goldbech
Københavns Dag- og Aftenseminarium

3.2.5. Kontakt og faglig støtte til arbejdsgrupperne.

Den daglige projektledelse (Ole Goldbech og Albert Chr. Paulsen) lagde meget vægt på at være orienteret om arbejdet i grupperne og var således i jævnlig kontakt med arbejdsgrupperne først og fremmest via e-mail. Der blev også afholdt møder med en del af grupperne hhv. arbejdsgrupperes ledere. Emnerne ved disse møder drejede sig udover organisatoriske forhold om afgrænsning af udviklingsarbejdets indhold, ændringer af indhold og i den sidste fase udarbejdelsen og publiceringen af workshoppapirerne. Derudover afleverede hver projektgruppe en statusrapport den 25. januar 2001 umiddelbart før midtvejsseminaret og igen den 1.december 2001.

3.2.6. Midtvejsseminaret.

Arbejdet i grupperne blev fulgt op af et midtvejsseminar den 1.februar 2001 i Eigtveds Pakhus. I seminaret deltog 48 personer. Alle arbejdsgrupper var repræsenteret, og derudover deltog projektledergruppen og den nordiske kontaktgruppe. Seminarets formål var at gøre status over det hidtidige arbejde og give arbejdsgrupperne mulighed for gensidigt at støtte hinanden. Arbejdsgrupperne var således på forhånd fordelt på tre workshops og havde ligeledes på forhånd indsendt statusrapporter. I workshopene fik hver gruppe lejlighed til at fremlægge sit projekt, hvorefter en anden af grupperne på baggrund af den på forhånd indsendte statusrapport kunne stille spørgsmål og diskutere arbejdet.

Ved seminaret orienterede hver af de nordiske kontaktpersoner med et kort informativt oplæg om NORDLAB arbejdet i deres respektive lande. Derudover var professor Robin Millar, University of York, indbudt til at holde et oplæg om

"Teaching and learning science through practical work."¹⁶ Professor Millar er forskningsleder i naturfagsdidaktik og har især beskæftiget sig med elevers metoder og ræsonnementer i forbindelse med det praktiske arbejde.

3.2.7. Slutseminaret.

Det afsluttende seminar for arbejdsgrupperne blev afholdt den 1. februar 2002 i Kongres og idrætscenter, Roskilde-hallerne. Seminaret havde til formål at præsentere arbejdsgruppernes resultater og diskutere og give et indtryk af workshop-papirerne. Der deltog i alt 38 personer. Alle arbejdsgrupper var repræsenteret og også i dette seminar deltog projektledergruppen og den nordiske kontaktgruppe for at danne sig et indtryk af spredningsmulighederne i deres egne lande. Ved seminaret blev følgende arbejdsgruppers projekter præsenteret i plenum:

- Undervisningsforløb om vandløb (NORDLAB-DK 5)
- Physlets i gymnasiet fysikundervisning (NORDLAB-DK 3)
- Feltarbejde i biologi- og geografiundervisningen (NORDLAB-DK 4)
- Fremmer eksperimentelt arbejde i biologi, fysik og kemi erhvervelsen af naturvidenskabelige kompetencer? (NORDLAB-DK 6)

Derudover blev alle projekter fremlagt og deres resultater og forslag til workshop-papirer diskuteret i tre workshops med 4 hhv. 5 arbejdsgrupper i hver.

En del arbejdsgrupper havde på det tidspunkt ikke færdiggjort deres afsluttende arbejde, og seminaret var således også en tilskyndelse og støtte for disse grupper.

4. Tidsforløb.

Det planlagte tidsforløb var følgende:

Efterår 2000

Arbejdsgruppernes endelige plan foreligger den 1. september

Arbejdet påbegyndes

Pilotstudier

Udformning af første version af workshop-papirer

Forår 2001

Bearbejdelse og revision af workshop-papirer

Efterår 2001

Evt. etablering af nye arbejdsgrupper

Fortsat bearbejdelse og revision af workshop-papirer

Endelig færdiggørelse og redigering af workshop-papirer

Udformning af bidrag til uddannelse og videreuddannelse af lærere

Forår 2002

¹⁶ Foredraget findes på hjemmesiden www.nordlab.emu.dk.

Publicering og spredning.

Det blev hurtigt klart, at denne tidsplan ikke kunne holde og heller ikke var realistisk set i lys af målgruppen og dens vilkår. Således var der kun enkelte grupper som ved slutseminaret den 1.februar havde et workshopmateriale, som var klar til at blive publiceret. Der blev sat en frist til 1.august og for enkelte grupper en udsættelse til 1.september. Ved den tid havde imidlertid kun 6 arbejdsgrupper afleveret et produkt, som var klar til redigering og spredning. Resten af grupperne afleverede frem til årsskiftet, hvor projektet skulle udløbe.

Årsagerne hertil skal søges i flere forhold.

1. Langt de fleste af deltagerne er praktiserende lærere med en undervisningsopgave, som har førsteprioritet og som ofte er af vekslende arbejdsbyrde. Især udviklingsarbejdets rapporteringsdel er derfor ofte fritidsbeskæftigelse og mindre målrettet. For nogle deltagere var arbejdet i et udviklingsprojekt og kravene til pædagogisk refleksion i samarbejde med andre en ny og uprøvet situation og dermed i sig selv tidskrævende.
2. I det omfang udviklingsarbejdet omfatter praktisk skoleundervisning, skal denne del indarbejdes i tilrettelæggelsen af undervisningen. Ikke mindst i forbindelse med feltarbejde, men også helt generelt er det afhængig af skoleårets gang og af årstiderne.
3. En del arbejdsgrupper var ret store med deltagere fra hele landet. Det stiller store krav til arbejdsgruppens muligheder for at mødes.
4. Enkelte grupper havde valgt et meget ambitiøst niveau for deres arbejde, som krævede tilsvarende tid.

For de øvrige nordiske projekter gjorde en tilsvarende forsinkelse af spredningen sig gældende. Projektet blev således forlænget specielt af hensyn til spredningen til også at omfatte 2003.

5. Resultater.

5.1. Resume af arbejdsgruppernes rapporter.

Arbejdsgrupperne blev ved slutseminaret bedt om at færdiggøre arbejdet indtil den 1.juli 2002 enkelte fik udsættelse til 1.september. Imidlertid indkom de sidste rapporter først i slutningen af december.

Arbejdsgruppernes rapporter kan læses i deres fulde omfang på www.nordlab.emu.dk

NORDLAB - DK 1:

IT og det virtuelle eksperiment i gymnasiets fysikundervisning.

(Arbejdet er relateret til NORDLAB-DK 3.)

Arbejdsgruppens formål var at udvide det traditionelle eksperimentelle arbejde i gymnasiets fysikundervisning ved at inddrage virtuelle interaktive eksperimenter og undersøge om dette bidrager til at øge elevernes forståelse for begreber og sammenhænge i fysikken. Arbejdsgruppen tager udgangspunkt i et konstruktivistisk læringssyn og lægger vægt på betydningen af elevernes forforståelse (hverdagsbegreber/fejlopfattelser) og en større selvstændighed og dermed en mere åben tilrettelæggelse af det eksperimentelle arbejde. Undersøgelserne og udviklingsarbejdet er blevet foretaget på tre gymnasier.

A. På Vejen gymnasium er eleverne indledningsvis blevet testet for deres begrebsopfattelser i mekanik. Dernæst har de

- arbejdet med virtuelle eksperimenter, parametriserede JAVA-apletter med henblik på at opnå en forståelse af begreber inden for kinematikken
- anvendt IT til dataopsamling og databehandling i forbindelse med eksperimentelt arbejde.
- lavet præsentationer af teoretiske overvejelser og måleresultater i form af hjemmesider.
- kommunikeret med elever på et lavere klassetrin om deres arbejde.

En eftertest og en mindre interviewundersøgelse viser en klar positiv effekt på elevernes begrebsforståelse.

B. På Stenløse gymnasium og hf er der blevet gennemført en undersøgelse i tre dele på baggrund af internetbaseret undervisning. Undersøgelsen omfatter 4 elever på A-niveau og drejer sig om det læringsmæssige udbytte fra arbejdet med eksperimenterne "*Planetary Detection Via Doppler Wobble of the Host Star*" og "*Orbiting Binary Stars*". Derudover er der gennemført en spørgeskemaundersøgelse vedrørende forholdet mellem virtuelle og konkret udførte eksperimenter i forbindelse med en anden type af virtuelle eksperimenter: "*2D Collision*". Der er foretaget observation af elevernes arbejde og registrering af deres kommentarer. Denne undersøgelsen konkluderer,

- at forudsætningen for succes med sådanne virtuelle eksperimenter er en omhyggelig instruktion fra læreren om, hvordan der skal arbejdes med opgaverne.
- at virtuelle eksperimenter egner sig til idealiserede fysiske eksperimenter, men er uegnede til at belyse målevilkårene for eksperimenter,
- at en del virtuelle eksperimenter er særdeles velegnede til at vælge og teste forskellige variables indflydelse på en fysisk model.

Der er givet en kommenteret oversigt over de eksperimenter, der har været arbejdet med og en kommenteret liste over de relevante og internetadresser.

C. På Viborg Katedralskole har man undersøgt elevernes hverdagsopfattelser af bevægelser i tyngdefeltet og om relevante virtuelle eksperimenter kan ændre deres opfattelser. Derudover har eleverne evalueret de virtuelle eksperimenter på

baggrund af kapitlet "*The sound of music*" i den engelsksprogede lærebog "*Salter's Horners Advanced Physics AS*", som har været anvendt i samarbejde med Frederiksberg gymnasium. Se også NORDLAB-DK 3.

Konklusionen fremhæver en klar forbedring af elevernes forståelse i forhold til hverdagsopfattelserne med det klare forbehold, at det muligvis også kunne opnås ved traditionel undervisning. Derudover er det elevernes opfattelse, at muligheden for "legende" at ændre parametre i et virtuelt eksperiment bidrager væsentlig til forståelsen.

Afslutningsvis har hele arbejdsgruppen konkluderet, at undersøgelsen tyder på, at arbejdet med virtuelle eksperimenter har haft en positiv effekt på elevernes begrebsforståelse. Nogle elever har opfattet undervisningen som et interessant alternativ til den traditionelle undervisning, hvilket har virket motiverende, mens andre føler sig mere trygge ved de vante undervisningsformer med mere præcise krav og er derfor svære at motivere til at arbejde mere frit. Rapporten giver en række anbefalinger vedrørende virtuelle eksperimenter.

På baggrund af arbejdet i gruppen har Karsten Refsgaard givet en præsentation ved det 7. *Nordiske forskersymposium om undervisning i naturfag i skolen* i Kristiansand juni 2002.

Bidraget kan læses på www.nordlab.emu.dk

NORDLAB - DK 2:

IT i det eksperimentelle arbejde i gymnasiets fysikundervisning.

Projektet formål var at få udarbejdet nyt undervisningsmateriale til det eksperimentelle arbejde i gymnasiets fysikundervisning med anvendelse af IT. I dette arbejde, som henvender sig til den gymnasiale undervisning på alle niveauer i fysik er der taget udgangspunkt i elevens dagligdag og det eksperimentelle arbejdet udføres til dels med almindelige dagligdags genstande.

Samlingen af konkrete vejledninger foreligger på fysiklærerforeningens website (se nedenfor). Her findes 18 konkrete vejledninger, som i en række tilfælde også er forsynet med måledata til illustration. Alle vejledninger er suppleret med kommentarer til lærerne. Derudover er der udarbejdet en meget omfattende introduktion med et sæt vejledninger til det mobile dataopsamlingsystem for grafregneren TI-83 i kombination med CBL2 samt til det større system LabPro.

Hele rapporten kan også læses på <http://www.fy.gymfag.dk/lab>

NORDLAB - DK 3:

Fremstilling af PhysLets til gymnasiets fysikundervisning.

(Arbejdet er relateret til NOIRDLAB-DK 1.)

PhysLets er små, fleksible og enkle Java appletter, som er tilgængelige for ikke-kommercielt brug og som ved deres enkle design kan ændres og suppleres. Her anvendes de til at fremhæve en enkelt facet ved et fysisk system, hvorved distraherende elementer bliver undgået.

Formålet med Udviklingsarbejdet var at udarbejde et materiale, der giver lærere mulighed for selv at fremstille virtuelle eksperimenter i form af såkaldte Physlets (*Physics Applets*) til at støtte og udvide det traditionelle, eksperimentelle laboratoriearbejde samt at undersøge, hvordan sådanne eksperimenter bedst kan indpasses i en dansk undervisningstradition.

Workshopmaterialet, som fremtræder som et gennemarbejdet internetbaseret materiale rummer udover et konkret materiale, en afprøvning og evaluering af physlets i fysikundervisningen på forskellige gymnasiale klassetrin.

Derudover bliver der givet en beskrivelse af materialet (Just In Time Teaching) samt en vejledning i individuel bearbejdning af PhysLets.

Afprøvningen baserer sig på de tre læringsrum, som gennemgås med de relevante eksempler:

- Undervisningsrummet, hvor læreren anvender virtuelle eksperimenter som demonstration i forbindelse med normal klasseundervisning. Muligheden for at anvende animationer har her til hensigt at styrke visualiseringen af de fysiske begreber.
- Træningsrummet, hvor eleverne kan anvende physlets til træning i løsning af fysiske problemstillinger samt til læring af nye begreber.
- Studierummet, hvor anvendelsen af physlets kan udfordre elevernes kreative evner. Her kan de stilles over for et problem, der minder om et åbent laboratorieeksperiment, hvor de skal undersøge og udforske forskellige sammenhænge.

Evalueringen har bestået i en spørgeskemaundersøgelse og interviews, som sammen med lærernes personlige evaluering danner grundlaget for konklusionen. Den fremhæver, at en af de markante fordele ved at benytte physlets i undervisningen er, at de tvinger eleverne til at spille en mere aktiv rolle i læreprocessen. De kan ændre en traditionel statisk tekstopgave til en dynamisk og interaktiv opgave. Stærkest virker de, når de danner udgangspunkt for en åben problemstilling, hvor det er nødvendigt, at eleven anlægger en mere udforskende synsvinkel for at kunne løse det opstillede problem.

Eleverne mener, at arbejdet med physlets virker motiverende, at man kommer tættere på den virkelige verden, og at de gør det lettere at forstå de fysiske sammenhænge. Derudover anser de physlets for at være en væsentlig faktor til forbedring af fysikundervisningen.

På baggrund af erfaringerne fra NORDLAB-DK 1 og 2 er der på fysiklærerforeningens website : <http://fys.dk> . er publiceret to artikler: "Just in time teaching" og "Virtuelle eksperimenter i fysik". De findes under menuknappen "undervisning" og igen under "IT i undervisningen".

Hele rapporten kan også læses på

<http://niels.elbroend.hansen.person.emu.dk/NORDLAB>

NORDLAB - DK 4:

Feltarbejde i biologi- og geografiundervisningen på lærerseminarierne.

En baggrund for dette arbejde er, at undersøgelser har vist, at halvdelen af danske elever i folkeskolen aldrig kommer uden for klasselokalet i geografitimerne, mens tallet for biologi er 25 %. Det rejser spørgsmålene: Hvorfor er det sådan, og hvad kan der gøres for at ændre på situationen?

Arbejdsgruppens deltagere, som består af liniefaglærere i biologi og geografi fra 4 seminarier i samarbejde med 3 forskere fra Danmarks Pædagogiske Universitet (DPU) søger med dette arbejde at understøtte liniefagsuddannelserne på lærerseminarierne i biologi og geografi med særligt henblik på feltarbejdets didaktik og dets muligheder i skolens praksis. Der fokuseres således på at give seminarielærerne støtte og indhold i deres egne refleksioner over feltarbejde i en undervisning, der skal "oplære" de lærerstuderende til at blive professionelle biologi- og geografilærere. Derudover fokuseres der mere konkret på, hvordan de lærerstuderendes kompetence til at gennemføre feltarbejde i geografi- og biologiundervisningen i folkeskolen kan udvikles.

Arbejdsgruppens formål var:

- at belyse feltarbejdets situation på liniefagsuddannelserne i biologi og geografi
- at igangsætte udviklingsprojekter i feltarbejde
- at udvikle workshopmaterialer, der fremmer udnyttelsen af feltarbejdets potentialer gennem refleksion, nye tanker og konkrete ideer.
- at bidrage til de lærerstuderendes og folkeskoleelevers læring via feltarbejde

I det foreliggende workshopmateriale indgår teoretiske kapitler om pædagogiske forhold og begreber af særlig relevans for praktisk feltarbejde, herunder en konstruktivistisk tilgang. Derefter følger en udførlig beskrivelse af 8 udviklingsarbejder, der er foregået på 4 forskellige seminarier. Som titlerne antyder, drejer indholdet sig om ret forskellige aspekter ved feltarbejde i geografi og biologi:

Hvordan lærer man at lave ekskursioner og feltarbejde - En temadag om ekskursioner.

På Herrens mark i det fynske...feltarbejde uden lærer i forbindelse med studieelektioner.

To modeller for feltbiologisk uge.

Studenterstyret (geografisk) feltarbejde.

Professionsrettet feltarbejde eller?

Feltbiologi i 4 trin.

Total immersion i Dalslands natur.

Orienteringsløb som social og faglig aktivitet.

Disse udviklingsarbejder følges op af refleksioner over feltarbejdets formål, specielle eller almindelige lokaliteter for feltarbejde, de studerendes forudsætninger, medlæring, organisering og tid til feltarbejde.

Et udredningsarbejde med fokus på krav og praksis m.h.t. feltarbejde i liniefagsuddannelsen i biologi og geografi samt en undersøgelse af, hvilke forestillinger de lærerstuderende gør sig mht. feltarbejdets mulige potentialer i folkeskolen, har været tilknyttet dette udviklingsarbejde. Den første del er refereret i

workshopmaterialet, mens en større spørgeskemaundersøgelse blandt liniefagss-tuderende kun refereres ganske kort, da resultaterne vil blive fremlagt som en selvstændigt rapport af DPU-forskergruppen.

På baggrund af arbejdet i gruppen har Kirsten Nielsen givet en præsentation ved det 7. *Nordiske forskersymposium om undervisning i naturfag i skolen* i Kristiansand juni 2002. Bidraget ækvivalerer nogenlunde med den korte version i ovenstående rapport.

NORDLAB - DK 5:

Undervisningsforløb om vandløb.

Målet med dette projekt har været at give eleverne i grundskolen mulighed for at erhverve grundlæggende viden om vandløb, herunder faktuelle naturforhold, interessekonflikter, forvaltning af vandløb og handlemuligheder, endvidere skulle projektet give eleverne mulighed for at forbedre naturindholdet i et vandløb og undersøge effekten af forbedringerne, endelig skulle lærerne gives mulighed for ud fra det planlagte forløb om vandløb at reflektere over elevernes læring og udvikling af handlekompetence.

Der har deltaget to lærere og en naturskoleleder fra Kolding Kommune i projektet. Der er udviklet et undervisningsforløb, som de to lærere har afprøvet i deres egne klasser, henholdsvis en 5. og 8. klasse.

Efter pilotprojektet blev undervisningsforløbet korrigeret under medvirken af en ekstern konsulent. Det førte bl.a. til en øget fokusering på kortlægning af elevernes forforståelse. I rapporten er der vedlagt to mulige måder at kortlægge på, dels som et bredt formuleret problem, dels ved mere fokuserede spørgsmål. I forbindelse med udarbejdelsen af undervisningsforløbet blev der opstillet mål for undervisningsforløbet. Målene er inddelt i fire kategorier omhandlende elevens arbejde og udbytte, nemlig hvad eleven skal opnå viden om, hvad eleven skal undersøge, hvad eleven skal opøve færdighed i, og endelig hvad eleven skal opleve.

Forløbet er udformet som en skitse til 16 lektioner. Forløbet blev tilbudt lærerne på Kolding Kommunes skoler. Lærerne fik lektionsplanen, tre videoer, en transparent-serie og et billedlotteri/memoryspil om vandløbsdyr samt tildeling af en lokal vandløbsstrækning, der skulle arbejde med i den enkelte klasse. Der deltog elever fra 13 klasser fordelt på 5. – 7. klassetrin med i alt 10 forskellige lærere.

Forløbene blev godt modtaget af elever og lærere, og alle klasser har haft besøg af den deltagende naturvejleder. Den sidste del af målsætningen for projektet har været vanskelig at opfylde, idet de deltagende lærere ikke har reageret på opfordringen til at sende en skriftlig evaluering til projektgruppen. Elevernes udsagn om forløbet er imidlertid blevet tilsendt til projektgruppen. Disse udsagn vidner om stor begejstring og entusiasme fra elevernes side.

NORDLAB - DK 6:

Fremmer eksperimentelt arbejde i biologi, fysik og kemi erhvervelsen af naturvidenskabelige kompetencer?

En biologilærer, en fysiklærer og en kemilærer, to lærere i en 1.gymnasieklasse, en lærer i 1 HF stillede sig selv ovenstående spørgsmål og detaljerede det derefter med:

1. Hvilke naturvidenskabelige kompetencer forventer vi som lærere, at eleverne erhverver sig ved praktisk/eksperimentelt arbejde i hhv. biologi, fysik og kemi?
2. I hvilket omfang er der sammenfald mellem de beskrevne kompetencer i de tre fag?
3. I hvilket omfang vil en given tilrettelæggelse af det eksperimentelle arbejde fremme elevernes naturvidenskabelige kompetencer?

Arbejdsgruppen har taget udgangspunkt i et skema til analyse af det praktiske arbejde, som er blevet præsenteret af Robin Millar i forskellige publikationer også i forbindelse med NORDLAB-DK.

Arbejdsgruppen har sammenfattet deres eget bud på naturvidenskabelig kompetencer, som eleverne skal erhverve sig ved praktisk arbejde i 6 kompetencer:

1. *Praktisk kompetence.*
2. *Struktureret iagttagelses-kompetence.*
3. *Refleksions-kompetence.*
4. *Analytisk kompetence og fortolknings-kompetence.*
5. *Perspektiverings-kompetence.*
6. *Kommunikativ kompetence.*

Disse er så dernæst relateret til Millars mere omfattende skema. Dette kompetenceskema er dernæst anvendt til at sammenligne kompetencer og lærerintentioner på tværs af fagene. Det udarbejdede skema kan nu anvendes generelt til analyse af praktisk arbejde f.eks. en elevvejledning i alle tre fag.

Elevernes erfaringer og forventninger til det praktiske arbejde og deres adfærd i forbindelse med det er blevet undersøgt ved hjælp af:

1. *Spørgeskema.*
2. *Elevinterviews.*
3. *Klasserumsobservationer.*

Hver af de tre lærere var observatører i de to andre læreres klasser, hvor man igennem hele undersøgelsesperioden søgte at fokusere på de samme elevvariable.

Rapporten rummer i bilagene en beskrivelse og kort evaluering af eksperimentelle forløb i de forskellige fag (6-9 eksperimenter i hvert fag), samt en analyse af dem ved hjælp af det udarbejdede analyseskema. Derudover er der vedlagt et "blankt" analyseskema til dem, som selv måtte ønske at anvende det.

Af resultaterne fremgår det, at det stort set er de samme kompetencer, der arbejdes med i alle tre fag, mens perspektiveringen af det praktiske arbejde til forhold i virkeligheden i særlig grad dyrkes i biologi.

Spørgsmålet om sammenhæng mellem tilrettelæggelse og erhvervelsen af kompetencer viste sig at være særdeles vanskelig at undersøge. Således var f.eks.

antallet af de såkaldte "frihedsgrader" i det praktiske arbejde afhængige af forhold, som ikke lod sig parametrisere eller "styre".

På baggrund af arbejdet i gruppen har Dorte Hammelev givet en præsentation ved det 7. *Nordiske forskersymposium om undervisning i naturfag i skolen* i Kristiansand juni 2002. Bidraget kan læses på www.nordlab.emu.dk

NORDLAB - DK 7:

Hvilke intentioner har lærerne, når der vælges praktisk/eksperimentelt arbejde i biologiundervisningen, og hvordan påvirker det elevernes biologiske forståelse?

Undersøgelsen henviser til kompetencerne og den terminologi, som er udviklet i forbindelse med NORDLAB-DK 6.

Undersøgelsen giver et kvantitativt og landsdækkende overblik over, hvilke eksperimenter der udføres i biologi og med hvilken hyppighed, de forekommer på det obligatoriske kursus på den gymnasiale HF-uddannelse. Her viser der sig en meget stor spredning i indhold og hyppighed, som må tages som et udtryk for, at det praktisk, eksperimentelle arbejde i rimelig udstrækning er integreret i og udsprunget af det teoretiske.

På den baggrund stilles der så spørgsmål om:

- lærernes intentioner ved valg af form og indhold,
- overensstemmelse mellem lærerintentioner og elevernes opfattelse af formålet med et eksperimentelt arbejde,
- hvilke parametre elevernes biologiske forståelse afhænger af i forbindelse med det eksperimentelle arbejde.

De anvendte metoder er:

1. Klasserumsobservationer.
2. Interview af 5 erfarne lærere.
3. Spørgeskemaundersøgelse af fire elevhold.
4. Fokusgruppeinterview af elever fra fem forskellige elevhold.
5. Analyse af de udleverede forsøgsvejledninger.

Der bliver givet en ganske omfattende og citatrig dokumentation for de forskellige undersøgelser, hvis konklusion i relation til forskningsspørgsmålene er:

- at lærerne har fokus på kompetencerne og forsøger at indlægge en vis progressivitet hen gennem året,
- at de finder det vigtigt at vise eleverne, hvordan forskellige forsøgsresultater ser ud fænomenologisk,
- at det er vigtigt, at eleverne får nogle måleresultater i deres undersøgelser, som peger på den sammenhæng, lærerne gerne vil demonstrere,
- at de i undervisningen har fokus på, at diskussionen om måleusikkerhed, egentlige målefejl og variation i resultatet er meget vanskelig for eleverne,
- at de på grund af vanskelighederne gerne ville bruge mere tid på praktisk, eksperimentelt arbejde,

- at eleverne i det store og hele opfatter det faglige indhold i overensstemmelse med lærerens intentioner, men i langt mindre grad, hvad naturvidenskabeligheds væsen og metoder går ud på,
- at elevernes biologiske forståelse er afhængig af om de finder arbejdet vedkommende, om de kan overskue det faglige forløb og om de kan se perspektiverne.

På baggrund af undersøgelsen synes det afgørende for sammenhæng mellem lærernes intentioner med arbejdet og elevernes opfattelser og forståelse af biologi som fag, at der anvendes meget mere tid til det praktiske arbejde, først og fremmest til målrettet at arbejde med elevernes opfattelse af naturvidenskab, og hvad det egentlig vil sige at arbejde naturvidenskabeligt.

NORDLAB-DK 8

Afspejler den mundtlige eksamen det praktisk/eksperimentelle arbejde i den daglige biologiundervisning?

Af eksamensbestemmelserne for de gymnasiale uddannelser fremgår det, at “*eksamen skal afspejle den daglige undervisning*”. Det ultimative krav til eksamensspørgsmålene må da være, at de også afspejler det praktisk /eksperimentelle arbejde på den måde, det indgår i den daglige undervisning. Udformningen af eksamensspørgsmålene - såvel de skriftlige som mundtlige - får derfor en meget central placering i evalueringen af, hvordan det eksperimentelle arbejde behandles i undervisningen inklusive arbejdet med undersøgelsesmetoder og deres begrænsninger.

Spørgsmålene er da:

1. i hvilket omfang og på hvilken måde er eksamensspørgsmålene udformet, så de tester elevernes eksperimentelle forståelse og perspektivering af denne forståelse?
2. på hvilken måde ser eleverne sammenhængen mellem den daglige undervisning og eksamensspørgsmålene?

Undersøgelsen sammenholder en analyse af eksamensspørgsmålenes opbygning med lærerintentionerne og elevernes oplevelse af selve det at være til eksamen.

NORDLAB-DK 8 tager tråden op, hvor NORDLAB-DK 7 slutter.

Følgende undersøgelser og analyser udgør grundlaget for denne rapport:

- A. Skriftlig eksamensspørgsmål er blevet analyseret,
- B. Mundtlig eksamensspørgsmål er blevet analyseret,
- C. Fokusgruppeinterview er blevet gennemført med medlemmer af undervisningsministeriets opgavekommission for de skriftlige eksamensopgaver i biologi,
- D. Individuelle interviews er blevet gennemført med fem lærere i biologi,
- E. Tre fokusgruppeinterviews er blevet gennemført med i alt 12 elever.

Om opgaverne til skriftlig eksamen fremgår det af resultaterne, at de analyserede opgaver alle indeholder krav om en beskrivelse af en undersøgelsesmetode, hvor de foreliggende data inddrages og forklares. Ligeledes at kravene om en diskussion af variation i forsøgsresultaterne, forsøgssikkerhed, eller fejlkilder varierer

afhængig af konteksten. Der er overensstemmelse mellem udformningen af opgaverne og opgavekommissionens forestillinger om, hvad der kan kræves af eleverne til skriftlige eksamen.

I opgaverne til mundtlig eksamen indgår det eksperimentelle arbejde fra 10% til 100 % af de stillede mundtlige spørgsmål. Imidlertid styres eksaminationen kun delvis af selve formuleringen. Det eksperimentelle arbejde inddrages i langt flere tilfælde end selve formuleringen angiver. De interviewede lærere fokuserer således alle meget på betydningen af eksperimentelt arbejde og på arbejdet med undersøgelsesmetoder i undervisningen.

Af elevinterviewene fremgår det, at kun nogle elever føler, at de er fortrolige med fagets kultur og forståelsesramme – en biologisk tankegang - indenfor de enkelte emner. Disse elever får højere karakterer end både de selv og læreren regnede med. De elever, som ikke føler sig fortrolige med denne biologisk tankegang, får væsentlig dårligere karakterer end forudset. Det kan ses som et udtryk for, vanskelighederne ved at ændre elevernes hverdagsforestillinger, som netop kommer på prøve, når det praktisk, eksperimentelle arbejde skal perspektiveres.

NORDLAB - DK 9:

Udvikling af praktisk arbejde i natur/teknik.

Forud for projektet har en række af deltagerne arbejdet sammen i Undervisningsministeriets netværksgruppe for natur/teknik i perioden 1998-2000. Ideen til projektet er således blevet drøftet ved flere møder i dette netværk. Det var projektets mål at bidrage til, at det praktiske arbejde i natur/teknik bliver mere varieret med vægt på, at eleverne får en mere undersøgende og udforskende tilgang til det praktiske arbejde. Arbejdsgruppens erfaringer og resultater fra LUNT-undersøgelsen (Lærerhøjskolens Undersøgelse af Natur/Teknik) har dannet baggrund for opstilling af de to centrale forskningsspørgsmål:

- hvordan kan eleverne stimuleres til at være udforskende?
- på hvor mange forskellige måder kan eleverne i natur/teknik bringes i situationer, hvor de oplever et problem, der kan udforskes, som autentisk?

Begrebet autentisk tillægges forskellige betydninger i forbindelse med naturfagundervisningen, arbejdsgruppen har i forbindelse med natur/teknik valgt at knytte begrebet autentisk til problemstillinger og spørgsmål, der er ægte for eleverne. Lærers opgave bliver i den forståelse at overveje, hvordan eleverne kan bringes i situationer, hvor spørgsmål opstår og dernæst at hjælpe eleverne til at udforske egne spørgsmål.

Arbejdsgruppen bestod af 6 ud af de 8 deltagere i den omtalte netværksgruppe for natur/teknik. Deltagerne repræsenterer grundskolen, læreruddannelsen og DPU. Udover arbejdsgruppen har 20 natur/tekniklærere fra 15 forskellige skoler bidraget til arbejdet, dels som deltagere i en workshop arrangeret af arbejdsgruppen, dels med gennemførelse og beskrivelse af i alt 21 undervisningsforløb. Disse beskrivelser indgår i det workshopmateriale, som er et af projektets resultater.

I rapporten indgår afsnit som begrundet og beskriver brugen af udforskende praktisk arbejde i skolens natur/teknikundervisning. Der findes således et afsnit omhandlende autentisk læring i naturfagene og et afsnit om elev- og lærerspørgsmål i natur/teknik. Forud for beskrivelsen af undervisningseksemplerne bringes et afsnit hvor mulige startsteder for udforskende praktisk arbejde i natur/teknik beskrives i fire hovedretninger, nemlig oplevelse, fortælling, udfordring og repræsentation.

Arbejdsgruppen har afholdt en række møder hvor tekster fra deltagerne er blevet diskuteret og behandlet. I forløbet blev der afholdt en workshop med deltagelse af de 20 medvirkende lærere, hvor en række af rapportens temaer blev behandlet og diskuteret. På de efterfølgende møder i arbejdsgruppen blev workshoppens efterbehandling, endvidere blev tekster og de 21 forløbsbeskrivelser sammenskrevet og redigeret.

NORDLAB - DK 10:

Lærerrollen og indføring af det naturvidenskabelige eksperiment i kemi C på HTX (Højere teknisk eksamen).

Arbejdsgruppen har etableret et teoretisk grundlag for læring i praksissituationer og implementeret en gruppearbejdsform i forbindelse med det praktiske arbejde. Arbejdet er dokumenteret ved en række videosekvenser og en skitse-mæssig oversigt over det teoretiske grundlag. Materialet har været anvendt ved flere efteruddannelseskurser. Det er tæt knyttet til de enkelte videosekvenser og dermed ikke egnet til en skriftlig rapportering.

NORDLAB - DK 11:

Lærerrollen i det praktiske og eksperimentelle arbejde i folkeskolens fysik/kemiundervisning.

Målet med dette projekt var dels at undersøge elevers, lærerstuderendes og læreres brug af og holdninger til det praktiske og eksperimentelle arbejde, samt deres mulige ønsker og ideer med henblik på forandringer, dels at udforme ideer til en undervisningspraksis, hvor diskussion og samtaler før og efter det praktiske og eksperimentelle arbejde i folkeskolens fysik/kemiundervisning spiller en større rolle.

Baggrunden for arbejdet var arbejdsgruppens hypotese, at lærere, lærerstuderende og elever ønsker en ændring af undervisningspraksis i retning af større elevindflydelse på tilrettelæggelse, en forudgående diskussion, som giver mål og mening med det praktiske arbejde samt en øget vægt på diskussion efter det praktiske arbejde, som ud over resultater og beskrivelser rummer refleksion og perspektivering.

Der blev i projektet gennemført en spørgeskemaundersøgelse med deltagelse af skoleelever fra seks 8. klasser i Greve Kommune, 16 lærerstuderende fra Københavns Dag- og Aftenseminarium og lærerne i de seks 8. klasser i Greve Kommune. Der er yderligere gennemført gruppeinterview med ca. 15 skoleelever, 5 lærerstuderende og 2 lærere.

Spørgeskemaerne er blevet grundigt efterbehandlet bl.a. ved hjælp af statistik programmet SPSS. Analysen har vist nogle interessante korrelationer specielt i elevernes svar, som i nogen grad bekræfter de opstillede hypoteser. I rapporten bliver behandlingen af spørgeskemaerne beskrevet detaljeret, og én af konklusionerne er, at lærere og elever deler et ønske om mere mundtlig kommunikation i undervisningen i fysik/kemi, først og fremmest i forbindelse med det praktiske arbejde. Når eleverne oplever, at de gennem kommunikation før, under og efter det praktiske arbejde bliver inddraget i planlægning og tilrettelæggelse af undervisningen, så får de et mere positivt billede af faget og oplever, at de får et større udbytte af faget.

Som en vigtig bestræbelse for i større udstrækning at give både elever og lærere det, de ifølge undersøgelsen gerne vil have, foreslås det i rapporten, at der udformes lærebøger, der for det første ikke i så stor udstrækning indeholder færdige opskrifter på praktisk og eksperimentelt arbejde, og for det andet ikke henvender sig til eleven på en måde, der overflødiggør læreren i undervisningssituationen. Mange traditionelle lærebøger forsøger at opbygge en lærer-elev-kommunikation mellem bogen og eleven. Lærebøger med en anderledes syn på undervisningens samarbejdsrelationer og arbejdsformer vil efter arbejdsgruppens mening øge muligheder og behovet for elevernes og lærerens indbyrdes kommunikation.

I rapporten er der gjort forsøg på ud fra spørgeskemaer og interview med nogle få studerende at tegne en profil af lærerstuderende.

Rapporten afsluttes med en række anbefalinger til ændringer af skolens fysik/kemi-undervisning i retning af de ønsker fra elever, lærere og lærerstuderende, der kan udledes af undersøgelsen. Disse anbefalinger angår redskaber til elevers og læreres refleksion, en beskrivelse af indholdet i fysik/kemiundervisningen i bredere og mere vedkommende sammenhænge, bl.a. teknologiudvikling, kulturændringer og personerne bag forskere, tænkere og filosoffer, samt ændringer i uddannelsen af fysik/kemilærere.

På baggrund af arbejdet i gruppen har Ole Goldbech og Eva Totzki udarbejdet et bidrag til 7. *Nordiske forskersymposium om undervisning i naturfag i skolen* i Kristiansand juni 2002, som er sammenfaldende med rapporten.

Bidraget kan læses på www.nordlab.emu.dk

NORDLAB - DK 12:

Fra oplevelse og iagttagelse til læring.

Hvilken betydning har oplevelsen og iagttagelsen i det geografiske feltarbejde for læringen? Arbejdsgruppen havde til formål at udvikle og afprøve eksempler på eksperimentelle øvelser og feltarbejde i geografi, hvor iagttagelse og oplevelse indgår som elementer af læreprocessen. Det var endvidere formålet at gøre den kobling, der finder sted mellem læring og oplevelse/iagttagelse, til genstand for en undersøgelse, der bl.a. støttes af en spørgeskemaundersøgelse.

Baggrunden for arbejdet blev bl.a. udtrykt således i ansøgningen til NORDLAB DK:

Geografi er et fag, der har den konkrete omverden som genstandsfelt.....Gennem reflekterende iagttagelser at kunne adskille enkeltelementer og delprocesser, og at kunne samle dem igen til helheder [side 3 i rapporten].

Der er arbejdet ud fra følgende spørgsmål og problemstillinger:

- Hvad er oplevelse?
- Hvad er en god oplevelse (det vil sige én, der fører til erkendelser)?
- Hvordan fremelskes nysgerrighed?
- Hvilke kompetencer opøves gennem oplevelser og iagttagelser?
- Hvordan kan man i praksis implementere oplevelse/iagttagelsesaspektet i undervisningen?
- Hvordan lærer man at opleve og at strukturere oplevelser til iagttagelser, og hvad gør lærere, når de bibringer eleverne gode oplevelser og giver dem mulighed for at gøre vigtige iagttagelser?
- Hvilken lærerrolle er den mest hensigtsmæssige?

Der har deltaget 6 gymnasielærere i hele projektet, mens fagkonsulenten for geografi har deltaget i en del af projektgruppens møder.

Der er blevet afprøvet konkrete undervisningsforløb af de ansvarlige lærere i arbejdsgruppen og erfaringen herfra er blevet vurderet og gjort til genstand for refleksioner i henhold til formålet med arbejdet. I hver af de deltagende klasser blev der foretaget en spørgeskemaundersøgelse, som sammen med gruppens vurderinger og refleksioner ligger til grund for workshoppapiret.

Workshoppapiret rummer et teoriafsnit, der beskriver og analyserer, hvorledes oplevelser og iagttagelser kan virke befordrende for læring i faget geografi i den gymnasiale uddannelse. Dette munder ud i en beskrivelse af henholdsvis oplevelseskompetence og iagttagelsesdimensionen i faget.

I arbejdsprocessen blev der gennemført to af tre planlagte former for forsknings- og registreringsarbejder i de enkelte forløb:

- den enkelte lærer har givet sin beskrivelse af undervisningsforløbet dels med konkrete eksempler på bl.a. elevernes reaktioner på forløbet, dels med lærerens egne refleksioner over de foretagne valg og deres konsekvenser.
- ved hjælp af et spørgeskema, bestående af en blanding af lukkede og åbne spørgsmål blev elevernes opfattelse af det enkelte undervisningsforløb undersøgt. I nogle forløb blev dette spørgeskema suppleret af en testning af det faglige udbytte.

På baggrund af arbejdet i gruppen har Jens Dolin givet en præsentation ved det 7. *Nordiske forskersymposium om undervisning i naturfag i skolen* i Kristiansand juni 2002.

Bidraget kan læses på www.nordlab.emu.dk.

NORDLAB 13:

Rapport over "Learning Lab: Lærernes eksperimentarium."

Arbejdsgruppen til lærernes eksperimentarium havde to formål med arbejdet:

- at oprette et netværk til pædagogisk refleksion med hensyn til det eksperimentelle projektarbejde med elevindflydelse og deltagerstyring,

- ved hjælp af IMFUFA's tekniske ressourcer at yde hjælp til at arbejde med eksperimentelle problemer, hvortil der ikke umiddelbart fandtes (skole)apparatur.

Arbejdet kræver en høj grad af medspil fra målgruppen, som var lærere og elever/ studerende i gymnasieskolen og på læreruddannelserne.

Initiativet mødte stor velvilje fra en række lærere. Reelt kom det imidlertid kun til at dreje sig om en enkelt gymnasieklasse, som rejste spørgsmål, der ikke umiddelbart var problemorienteret men emneorienteret af typen: "Vi vil gerne vide/lære noget om ----", eller "Findes der noget om ...". Sådanne spørgsmål gav ikke uden videre anledning til løsning af egentlige eksperimentelle problemer, men snarere eksperimenter med, hvad der i forvejen måtte eksistere af apparatur til belysning af emnet. Eleverne, der var meget interesserede, kunne nok med mundtlig og skriftlig vejledning arbejde med den praktiske del af eksperimenterne, men måtte vejledes med det teoretiske indhold, opstilling og parametrisering.

Efterfølgende stillede arbejdsgruppen sig derfor spørgsmålet:

"Hvorfor blev initiativet ikke modtaget og anvendt efter dets intention?".

Spørgsmålet blev belyst ved et fokusgruppe interview med 4 fysiklærere, der havde ytret interesse i problemorienteret projektarbejde. Interviewet gav følgende resultat:.

Der skal en tilskyndelse til, at søge ressourcer udenfor skolen. Dette skyldes to forhold. Det ene er, at der er tradition for, at undervisning herunder projektarbejde foregår på skolen, og det andet er, at det er forbundet med et ekstra besvær, at komme udenfor skolen. At tage udenfor skolen får derfor let karakter af at tage på besøg med deraf følgende forventninger om at få at vide, hvad man skal gøre frem for selv at tage initiativer. Et mere afgørende forhold for at kunne følge arbejdsgruppens intentioner har ifølge de interviewede personer imidlertid været oplæggets åbne karakter. Forventningen om, at der i klasserne kan foregå en egentlig problemformulering, hvoraf det øvrige arbejde på tværs af de traditionelle emner i fysikundervisningen, og hvor også eleverne får stor medindflydelse og selvstændighed, ligger for langt fra sædvanlig praksis. Konklusionen er således, at hverken elever eller lærere har i tilstrækkelig grad været forberedt på et problemorienteret projektarbejde og arbejdsgruppen har, ved at tage for meget givet, forfejlet intentionerne med "Lærernes eksperimentarium".

Ved et fremtidigt arbejde af den karakter vil det være nødvendigt i langt højere grad at forberede lærere og elever og i samarbejde med arbejdsgruppen at udvikle en praksis, som kan udnytte tilbuddet i overensstemmelse med intentionen. Arbejdsgruppen har kontakt med en lærergruppe på Frederiksberg gymnasium, som har ønsket at etablere et samarbejde om lærerprofessionalisering som skulle gøre det problemorienterede deltagerstyrede projektarbejde til en del af daglig praksis.

5.2. Arbejdsgruppernes egne publikationer og egen spredning.

NORDLAB 1:

Refsgaard, Karsten: Kan anvendelsen af virtuelle eksperimenter i form af JAVA-apletter støtte begrebsdannelsen i fysikundervisningen i den videregående skole? Kommer i: Henriksen, E.K.; Ødegaard, M. (ed.): 7. *Nordiske forskersymposium om undervisning i naturfag i skolen*. Kristiansand juni 2002.

NORDLAB 1 OG 3:

Physlets og virtuelle eksperimenter. Introduktion ved Niels Elbrønd Hansen og Bjarning Grøn. Bidrag (2½ time) til kurset "Multimedier i fysikundervisningen" 5.-7.november 2002.

Planlagt 2 bidrag til fagbladet for lærere i matematik, fysik og kemi ved gymnasier og seminarier, LMFK-bladet.

NORDLAB 2:

Konkrete vejledninger på en subsite til fysiklærerforeningens site:

<http://www.fy.gymfag.dk/lab>.

Sørensen, Knud Erik og Hemmingsen, Carl (2002): Forsøg med pc, lydkort, mikrofon og Datalyse. *LMFK* 24.årgang nr.6 aug.2002.

Sørensen, Knud Erik og Hemmingsen, Carl (2002): Kinematik med LabPro, far naturfag til højniveau. *LMFK* 24.årgang nr.6 aug.2002.

Sørensen, Knud Erik og Hemmingsen, Carl (2002): Med CBL2 og LabPro fra µs til uger. *LMFK* 24.årgang nr.7 sep.2002.

Sørensen, Knud Erik og Hemmingsen, Carl (2002): Exit dypepekoger. *LMFK* 24.årgang nr.7 sep.2002.

NORDLAB 3:

Publiceret på Websitet:

<http://www.niels.elbroend.hansen.person.emu.dk/NORDLAB>

NORDLAB 1 og 3:

Grøn, Bjarning: "Virtuelle eksperimenter i fysik".

Grøn, Bjarning og Hansen Niels Elbrønd: "Just in time teaching".

Fysiklærerforeningens website: <http://fys.dk>, menuknappen "undervisning" og igen under "IT i undervisningen".

NORDLAB 4:

Nielsen, Kirsten: Feltarbejde i biologi- og geografiundervisningen. En spørgeskemaundersøgelse blandt lærerstuderende. Kommer i: Henriksen, E.K.; Ødegaard, M. (ed.): 7. *Nordiske forskersymposium om undervisning i naturfag i skolen*. Kristiansand juni 2002.

NORDLAB 5:

Breiting, Søren: Er slyngede åer den lige vej til elevernes begrebsudvikling. I: Christiansen, J.L., Hyllested, T., Nielsen, S., Paulsen, A.C., Petersen, B.

(red.): Børn og natur – hvorfor og hvordan. Videnscenter for Naturfaglig Dannelse, CVU-Sjælland. 2003

Breiting, Søren: Er slyngede år den lige vej til elevernes begrebsudvikling. *Kaskelot*, 2004 (nr. Marts. 144), s. 24-27.

En af de deltagende klassers arbejde med genopretning af vandløb har været optaget og udsendt i en fjernsynsudsendelse for børn.

NORDLAB 6:

Hammelev, Dorte, Leonhardt, Lisbeth og Sendrup, Linda: Fremmer eksperimentelt arbejde i biologi, fysik og kemi erhvervelsen af naturvidenskabelige kompetencer. Kommer i: Henriksen, E.K.; Ødegaard, M. (ed.): *7. Nordiske forskersymposium om undervisning i naturfag i skolen*. Kristiansand, juni 2002.

NORDLAB 11:

Goldbech, Ole og Totzki, Eva: Lærerrollen i det praktiske og eksperimentelle arbejde i folkeskolens fysik/kemiundervisning - med fokus på vægtningen af samtale og diskussion før og efter det praktiske og eksperimentelle arbejde. Kommer i: Henriksen, E.K.; Ødegaard, M. (ed.): *7. Nordiske forskersymposium om undervisning i naturfag i skolen*. Kristiansand juni 2002.

NORDLAB 12:

Dolin, Jens: Fra oplevelse og iagttagelse til læring . Kommer i: Henriksen, E.K.; Ødegaard, M. (ed.): *7. Nordiske forskersymposium om undervisning i naturfag i skolen*. Kristiansand juni 2002.

Rapport over NORDLAB-DK 12: Fra Oplevelse og iagttagelse til læring. *Geo-Nyt* 50. september 2002. Tema: Feltarbejde (NORDLAB-rapport). Geografilærerforeningen for gymnasiet og HF.

5.3 Andre publikationer

Robin Millar, University of York: Teaching and learning science through practical work

Se: <http://www.nordlab.emu.dk/pub/pdf/BidragRobinMillar.pdf>

Albert Chr. Paulsen, IMFUFA, Roskilde Universitetscenter: Den forskende lærer – en model for professionalisering og efteruddannelse af naturfagslærere

Se: <http://www.cvustork.dk/denforskendelae.asp>

6. Konklusion

6.1. Udvikling af det praktiske arbejde

Arbejdsgrupperne har udarbejdet en række bidrag til fornyelse og udvikling af praksis i det praktiske og eksperimentelle arbejde, såvel det praktisk fornyende som det analyserende og empirisk undersøgende. Workshoppapirerne henvender sig til lærere i naturfagene i grundskolen, på semiarier og på de gymnasiale ud-

dannelser. De foreliggende rapporter kan således hver på deres felt hjælpe lærere i deres tilrettelæggelse og didaktiske refleksioner. For alle arbejdsgrupper har de fagdidaktiske refleksioner over sammenhæng mellem intentionerne og praksis spillet en fremtrædende rolle, hvilket går som en rød tråd igennem arbejdet. Arbejdsgrupperne har i mindre grad behandlet de betydelig mere komplicerede sammenhænge mellem lærernes intentionerne, elevernes/de studerendes aktiviteter og læring.

Grundskolen

For natur/teknik undervisningen på de første 6 klassetrin i grundskolen er der med udgangspunkt i begrebet autentisk læring udarbejdet en didaktik for det praktiske arbejde (NORDLAB-DK 9). I arbejdsgruppen har der været et nært samarbejde mellem fagdidaktikere og praktiserende lærere. Dette har ført til en beskrivelse af mulige didaktiske udgangspositioner og retningslinier for tilrettelæggelse af udforskende praktisk arbejde, som eksemplificeres ved en række forløbsbeskrivelser.

Ligeledes for natur/teknik undervisningen, men også for biologiundervisningen i 7.-9.klasse er der udviklet et undervisningsforløb i vandløbsgenopretning (NORDLAB-DK 5). I dette materiale er der også eksempler på autentisk læring.

Den eksperimentelle praksis i grundskolens fysik/kemiundervisning er blevet belyst i et større empirisk arbejde vedrørende forholdet mellem intention og praksis (NORDLAB-DK 11). Undersøgelsen beskæftiger sig indgående med lærerrollen og giver bl.a. en grundig analyse af en række parametre om forholdet mellem lærer og elev i undervisningen. Workshoppapiret indeholder en række interessante kvantitative resultater og giver på baggrund af disse en række anbefalinger vedrørende undervisningspraksis og undervisningsmaterialer.

Gymnasiale uddannelser

For fysikundervisningen i det almene gymnasium er der med udgangspunkt i et konstruktivistisk læringssyn udviklet en pædagogik vedrørende anvendelsen af de virtuelle eksperimenter (NORDLAB-DK 1 og 3). Udover at interessere sig for elevernes forudsætninger har grupperne med forskellige metoder empirisk udforsket elevernes motivation og udbytte i form af begrebsforståelse. Der er ligeledes udviklet en række fornyende eksperimentelle aktiviteter med nye vejledninger til ellers velkendte eksperimenter. Der er eksempler på anvendelse af IT og på, hvordan man kan tage udgangspunkt i elevernes hverdag, bl.a. ved at anvende andet og mere simpelt dagligdags apparatur end det sædvanlige skoleapparaturer (NORDLAB-DK 2).

Til en mere nuanceret refleksion over det eksperimentelle arbejde og de eksperimentelle kompetencer i de tre fag biologi, fysik og kemi i det almene gymnasium er der udviklet et redskab til analyse af forholdet mellem lærernes intentioner og praksis (NORDLAB-DK 6). Arbejdsgruppen har her forsøgt at kortlægge, hvilke kompetencer de tre fag har tilfælles, og på hvilke områder de er forskellige. En indgående kvalitativ empirisk undersøgelse af gymnasiebiologien

(NORDLAB-DK 7) går lidt tættere på sammenhængen mellem lærerintentioner og praksis og på sammenhængen mellem erhvervede kompetencer (se NORDLAB-DK 6) og det praktiske arbejde. Dette arbejde er igen nært knyttet til en undersøgelse af, hvilken betydning lærerne tillægger det praktiske arbejde, og hvilken sammenhæng der er mellem læringsudbyttet af det eksperimentelle arbejde og eksamen i faget biologi (NORDLAB-DK 8).

Med et teoretisk udgangspunkt i praksislæring er der skabt nogle erfaringer med praktiske aktiviteter i naturfagene i det tekniske gymnasium (NORDLAB-DK 10). De fagdidaktiske refleksioner og erfaringerne fra praksis, dokumenteret som videoklip, har været anvendt på kurser for lærere, men har ikke ført til workshoppapirer.

Endelig har intentioner om åbne problemorienterede eksperimentelle situationer i fysikundervisningen, som kunne føre til fornyelse af eksperimentelle projekter ikke kunnet gennemføres i praksis (NORDLAB-DK 13). Samarbejdet mellem lærere i arbejdsgruppen har imidlertid ført til fælles initiativer om oprettelse af mere indgående vejledning i problemorienteret eksperimentelt arbejde.

6.2. Udvikling af feltarbejde i biologi og geografi, dets didaktik og praksis.

Et omfattende fagdidaktisk arbejde (NORDLAB-DK 4) vedrørende feltarbejde i biologi og geografi henvender sig til lærerstuderende og udfylder dermed en længe konstateret mangel i den fagdidaktiske litteratur på dette område. Relationerne mellem intentioner og praksis for det geografiske og biologiske feltarbejde fremtræder særlig klart i arbejdsgruppens rapport, der også rummer en række eksempler.

Med udgangspunkt i et konstruktivistisk læringssyn er feltarbejdets oplevelsesaspekter i geografi i gymnasiet blevet udforsket (NORDLAB-DK 12), og workshoppapiret giver udover en teoretisk redegørelse omfattende eksempler på gennemførte ofte spektakulære forløb med efterfølgende evalueringer. Disse rapporter bidrager således tilsammen med omfattende og vægtige bidrag til feltarbejdets didaktik og praksis.

6.3. Udvikling af lærerprofessionalisme.

En række forhold betinger, at læreren udvikler sin pædagogiske professionalisme. Et væsentligt element er de refleksioner over intention, praksis og læring, som det foregående afsnit 5.1. i høj grad vidner om. Uden at dette er udforsket nærmere i forbindelse med NORDLAB-DK projektet vil vi påstå, at organiseringen af et klasserumsbaseret udviklingsarbejde i arbejdsgrupper af praktiserende lærere har resulteret i:

- et øget individuelt udbytte og professionalisering,
- en forøget kommunikation mellem kolleger på egen skole og på landsplan, flere grupper har således været sammensat af lærere fra flere skole og fra flere egne af landet,
- en kompetence i formidling til kolleger ved faglige møder og fagdidaktiske konferencer, således har flere medlemmer af arbejdsgrupperne bidra-

get til kurser og ikke mindst til det 7. Nordiske forskersymposium om undervisning i naturfag i skolen i Kristiansand, juni 2002,

- et lokalt udbytte for elever og skole,
- ideer og evt. eksemplarisk materiale fra lærer til lærer, som kan anvendes af kolleger.

Arbejdsgrupperne i NORDLAB-DK har involveret ca. 50 lærere. Dertil kommer, at enkelte grupper har inddraget andre lærere i forskellige sammenhænge, således at op imod 100 lærere har deltaget i større eller mindre omfang i arbejdet. Dette forløb af projektet har bekræftet os i, at de principper der blev lagt til grund for NORDLAB-DK har været særdeles frugtbare som model for efteruddannelse og professionalisering af lærere. En yderligere perspektivering af dette kan opnås med et bidrag af Justin Dillon¹⁷ og med en engelsk undersøgelse af læreres behov for professionalisering, som blev gennemført i 1999 af medarbejdere ved Kings College.¹⁸ Her udtrykker lærerne generel utilfredshed med kortere efteruddannelseskurser, og efterlyser muligheder for en løbende og planlagt professionalisering baseret på lærersamarbejde med såvel økonomisk som professionel hjælp. Dette vil ifølge den nævnte rapport kræve "a major cultural shift within the profession to make subject-specific, classroom-based continuous professional development the norm". De fleste NORDLAB - DK arbejdsgrupper falder ind under en sådan model for efteruddannelse, og dermed kan arbejdsgruppernes aktiviteter opfattes som et vigtigt skridt på vejen til forbedringer af læreres muligheder for efteruddannelse og professionalisering. Hvis sådanne ændringer skal gennemføres kræver det imidlertid, at en række praktiske forhold bliver afklaret. Det drejer sig først og fremmest om skoleledelsernes moralske, praktiske og økonomiske støtte, bl.a. udmøntet i, at der stilles mødefaciliteter til rådighed, og at der gives gode arbejdsvilkår for lærere og lærergrupper. Et ønske om sådanne initiativer og arbejdsforhold fremgår ligeledes af anbefalingerne i rapporten fra udvalget for "Fremtidens Naturfaglige Uddannelser" afsnit 6. , der vedrører styrkelse af den naturfaglige kultur og afsnit 7, om styrkelse af lærerkompetencer.¹⁹ Som NORDLAB-DK er der yderligere et tidsperspektiv at tage hensyn til i planlægningen. Der må ikke sætte for snævre tidsgrænser for arbejdets afvikling, og man kan ikke gå ud fra, at alle arbejdsgrupper kan begynde og slutte arbejdet samtidig. Dette forhold er uddybet i afsnit 4. Tidsforløb.

¹⁷ Dillon, J. (2000): Managing science teachers' development I: Millar, R., Leach, J. and Osborne, J.: Improving science education- the contribution of research. Open University Press. Buckingham, Philadelphia.

¹⁸ Se Dillon, J., Osborne, J., Fairbrother R. and Kurina, L. (2000): A study into the Views and Needs of Science Teachers in Primary and Secondary State Schools in England. Final Report to the Council for Science and Technology, London: King's College London. Se: www.cst.gov.uk.

¹⁹ Se rapporten på:

<http://www.nyfaglighed.emu.dk/fremtidensnaturfagligeuddannelser/>

7. Det nordiske perspektiv.

7.1. Spredning af de enkelte nordiske landes resultater i de øvrige deltagerlande.

7.1.1. NORDLAB-SE i de andre deltagerlande.

Det svenske projekt rummer en række gennemarbejdede og evaluerede undervisningsenheder om elevers begrebsforståelse, samt forslag til konkrete undervisningsforløb, der tager udgangspunkt i elevernes forudsætninger. Materialet henvender sig til lærerstuderende. I Danmark har en arbejdsgruppe (Kay Aabye, Leif Tang Lassen og Ole Goldbech, KDAS) oversat to forløb fra det svenske arbejde:

Elevtænkning. Elevers og naturvidenskabernes tænke måder ligheder og forskelle når de arbejder med forskellige naturfaglige fænomener

Drivhuseffekten - naturfag og teknologi. Elevers tanker, forståelse og arbejde i forbindelse med temaet drivhus effekten.

Se: <http://www.emu.dk/sem/fag/bio/inspiration/index.html>.

Yderligere kan 21 svenske moduler hentes på under NORDLAB-SE.

Tentativ plan:

Formålet er at afprøve disse to enheder på læreruddannelsen i naturfagene, således at følgende spørgsmål kan besvares:

1. Hvordan vurderer de lærerstuderende materialet?:
 - hvilke pædagogisk-psykologiske forudsætninger har de lærerstuderende?
 - hvordan forholder indholdet sig til indholdet i læreruddannelsens pædagogisk-psykologiske fag?
 - hvordan indpasses enhederne strukturelt i læreruddannelsen?
 - hvilken forståelse af elevers forudsætninger opnår de lærerstuderende?
 - hvordan tror de lærerstuderende, at materialet kan anvendes i deres fremtidige lærergerning?
- Supplerende for "Växthuseffekten, tekniken och samhället":
 - hvilke naturfaglige forudsætninger har de lærerstuderende for at forstå indholdet?
 - hvilken forståelse opnår de lærerstuderende af det naturfaglige indhold?
 - på hvilket klassetrin og i hvilket skolefag vil det være passende at anvende materialet?
 - hvilken undervisningsform vil man kunne anvende?
2. Hvordan vurderer læreruddannere anvendelsen af materialet i læreruddannelsen med henblik på:
 - hvilke pædagogisk-psykologiske forudsætninger har de lærerstuderende?
 - hvordan forholder indholdet sig til indholdet i læreruddannelsens pædagogisk-psykologiske fag?
 - hvordan indpasses enhederne strukturelt i læreruddannelsen?
- Supplerende for "Växthuseffekten, tekniken och samhället":

- Hvilke naturfaglige forudsætninger har de lærerstuderende for at forstå indholdet?
- Hvilken forståelse opnår de lærerstuderende af det naturfaglige indhold?

Efter denne afprøvning tages der stilling til om flere enheder skal oversættes og evt. afprøves. De enheder som ikke afprøves lægges i en evt. kommenteret udgave på en netkonference for naturfaglærere ved skolerne og læreruddannelserne. Indtil da kan det svenske materiale ses på: <http://na-serv.did.gu.se/NORDLAB/se/se.html>

I Norge er der givet information om NORDLAB-SE website til relevante lærergrupper.

7.1.2. NORDLAB-IS i de andre deltagerlande.

NORDLAB-IS har en website der drejer sig om undervisning i forskellige energiaspekter:

<http://www.os.is/NORDLAB/>

7.1.3. NORDLAB-FI i de andre deltagerlande.

Information om NORDLAB-FI findes på

<http://www.malux.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/kokeel/index.sv.htm>

og på

<http://www.malux.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/mbl/index.sv.htm>

7.1.4. NORDLAB-NO i de andre deltagerlande.

Det norske projekt foreligger der ingen aktuelt og umiddelbart tilgængelig information om . Den svenske repræsentant i deres referencegruppe, Astrid Pettersson, har skaffet 500 000 SE til et tilsvarende svensk projekt.

7.1.5. NORDLAB-DK i de andre deltagerlande.

Deltagerlandene vil få adgang til og information om NORDLAB-DK's website.