

Søren Breiting & Jan Sølberg

Elevernes datalogning i fysik/kemi og biologi

Forskningsrapport fra
ITMF-Projekt 506



Forskningsprogrammet
Medier og IT i læringsperspektiv

Elevernes datalogning i fysik/kemi og biologi

Forskningsrapport fra
ITMF-projekt 506

Forfattere: Søren Breiting & Jan Sølberg
Institut for Curriculumforskning

© Danmarks Pædagogiske Universitet og forfatterne, 2004

Kopiering af dette materiale er kun tilladt ifølge aftale med Copy-Dan

Omslag: Nan Thøgersen

ISBN: 87-7613-135-1

Elevernes datalogning i fysik/kemi og biologi

Søren Breiting og Jan Sølberg



Institut for Curriculumforskning, Danmarks Pædagogiske Universitet

KOLOFON

Titel: Elevernes datalogning i fysik/kemi og biologi

Projekt: En Forskerrapport til ITMF projekt 506: Elevernes egne data i naturfagsundervisningen. Et udviklingsprojekt i Lyngby-Taarbæk Kommune 2003-04.

Forfattere: Søren Breiting og Jan Sølberg.

Udgiver: Institut for Curriculumforskning, Danmarks Pædagogiske Universitet, København, i samarbejde med Pædagogisk Center i Lyngby-Taarbæk Kommune.

Denne skriftlige udgave er trykt og udgivet af Forlaget Pædagogisk Center. Lyngby-Taarbæk Kommune 2004.

Udgave: September 2004.

Copyright: Forfatterne.

Fotos:

Kristian Brønd: side 7, 8, 22, 36, 38,

Søren Breiting: Forside, side 14, 24, 29, 30, 31, 32, 39, 43, 44, 53, 55,

ISBN: 87-90783-10-7

Publikationen bliver også tilgængelig online som pdf-fil til gratis download via Danmarks Pædagogiske Bibliotek, www.dpb.dk, hvor man skal søge i databasen over publikationer.

Desuden vil der være et link fra www.UndervisningsNYT.com. Her findes også en 'pixi-udgave', der ikke udgives i papirform.

Søgeord: dataloggere, datalogning, dataopsamling, dataopsamlingsudstyr, informationsteknologi, IT, IKT, naturfag, naturfagsundervisning, biologi, fysik/kemi, natur, miljø, skoleudvikling, grundskole, folkeskole, ældste klasser, 8. klasse, 9. klasse, kommunalt samarbejde, udviklingsarbejder.

Forsidefoto: *Elev udrustet med dataloggerudstyr på armen (Explorer) med føler til registrering af pulsslæg som led i dataopsamlingen af pulsfrekvensen under 'Ironman'-aktivitet på naturskolen.*

Indhold

Forord	4
Projektet 'Elevernes egne data i naturfagsundervisningen'	6
Forskningens hovedspørgsmål og teoretiske grundlag	10
Materiale og metoder	15
Elevernes forestillinger om brugen af dataloggere	18
Læreres forestillinger om dataloggere til undervisningen i fysik/kemi og biologi	21
Dataloggere og lærerens planlægning og gennemførelse af undervisningen	25
Elevernes egne data sammenlignet med udleverede data	29
Dataopsamling sammenlignet med manuelle målinger	32
Elevernes engagement ved datalogning i undervisningen	39
Datalogning som led i undervisningen i fysik/kemi og biologi	42
Elev-lærer interaktioner og brugen af dataloggere	47
Punkter til fastholdelse vedr. integreringen af fysik, kemi og biologi	55
Opsummering vedr. brugen af dataloggere i naturfagsundervisningen	56
Bilag 1. Projektbeskrivelse	58
Bilag 2. Interviewguide til fokusgruppesessioner vedr. elevers forestillinger om brug af datalogning i naturfagsundervisningen.	59
Bilag 3. Spørgeskema til lærere vedr. deres erfaringer	61
Bilag 4. Eksempel på forskerfeedback til lærergruppen	65
Referencer og nyttig litteratur	67

Forord

Denne rapport er en del af ITMF projektet 'Elevernes egne data i naturfagsundervisningen'. Rapporten ser ikke blot nøgternt på aktiviteterne i projektet, men giver en række nyttige, konkrete råd og overvejelser til det videre arbejde med naturfagsundervisningen i 8.-9. klasse, herunder om samarbejde mellem fysik/kemi og biologi og anvendelse af computere.

Projektet er blevet ledet af Claus Wensel Paulsen Herbert, IT-vejleder i Lyngby-Taarbæk kommune i samarbejde med Kristian Brønd, Pædagogisk Center i Lyngby-Taarbæk kommune. De deltagende lærere er fra Engelsborgskolen: John Hertz og Nils Skou, fra Hummeltofteskolen: Per Pedersen og Henrik Roug, fra Lindegårdsskolen: Lisbeth Thorgaard Enniful, Marianne Haaning Rasmussen, Inge Jørgensen og Claus Wensel Paulsen Herbert (Projektleder), fra Trongårdsskolen: Ingrid Møller og Lars Nørholm, samt fra Virum Skole: Turid Linga, Mikael Garde, Palle Jensen og Marianne Nordlund. Desuden medvirkede Rådvad Naturskoles leder Dorrit Hansen og naturvejleder Karen Vesterager i en central del af projektets aktiviteter, hvor de kunne knyttes til aktiviteter på naturskolen.

Det overordnede formål for alle ITMF-aktiviteterne beskrives således: 'Projekt *IT, medier og folkeskolen* skal være med til at styrke den pædagogiske anvendelse af IT og andre medier i undervisningen, og gøre IT og medier til medspiller og drivkraft i skolens dagligdag'. Der findes informationer om alle ITMF-projekter på www.itmf.dk.

Nærværende projekt er, som det fremgår af det følgende indledende kapitel, et forsøg på at sammenkæde anvendelsen af avanceret dataloggerudstyr (dataopsamlingsudstyr) med udvikling af undervisningen i fysik/kemi og biologi i 8. og 9. klasse.

Forskningen er udført af undertegnede Søren Breiting og Jan Sølberg, begge fra Institut for Curriculumforskning på Danmarks Pædagogiske Universitet. De fleste ITMF-projekter har en forskningskomponent. Se nærmere om forskningens rolle i dette projekt i afsnittet: Forskningens hovedspørgsmål og teoretiske grundlag.

Denne forskningsrapport tager i en let tilgængelig form nogle interessante aspekter op af udviklingsarbejdet med henblik på at nyttiggøre erfaringer og styrke overvejelserne om udviklingen i naturfagene i fremtiden.

Undervejs har vi derfor i forskergruppen søgt at tage fat i spørgsmål af mere almen interesse, og samtidig har vi stræbt efter at kunne være nyttige for udviklingsprojektet uden at blive en ansvarlig del af det.

Det skal understreges, at forskningen ikke har haft til opgave at evaluere kommunens arbejde med projektet, men har søgt at indtage et konstruktivt kritisk perspektiv på kommunens arbejde med brugen af dataloggere. Vi er dog ikke i tvivl om, at lærernes arbejde har givet et kompetenceløft for kommunens naturfagsarbejde på de store klassetrin, og at der hermed er meget at bygge videre på.

Nærværende rapport bygger i vid udstrækning på vore registreringer af de faktiske aktiviteter, der er foregået som led i projektet. Vi refererer derfor flittigt til sådanne konkrete data og lader ikke mindst lærere komme til orde gennem flittig brug af citater fra møder, interviews og besvarelse af spørgeskema. Alle sådanne citater er blevet anonymiseret.

Der er i begrænset omfang sket genbrug af generelle passager fra rapporten 'Udvikling af et lokalt websted til natur/teknik: NetOgNatur.dk' (Breiting & Sølberg, 2004),

der også er udarbejdet af os, om et samtidigt ITMF-udviklingsarbejde i Lyngby-Taarbæk kommune.

En foreløbig udgave af rapporten har været tilgængelig for deltagerne med henblik på kommentarer og korrektioner, og vi takker for de modtagne bidrag.

Projektleder, naturskoleleder og ikke mindst projektets lærere takkes for et frugtbart og tillidsfuldt samarbejde gennem hele perioden, som altid har gjort det til en fornøjelse for os at deltage i møder, undervisningsaktiviteter og i det hele taget komme på skolerne.

Søren Breiting & Jan Sølberg

Institut for Curriculumforskning
Danmarks Pædagogiske Universitet

Projektet 'Elevernes egne data i naturfagsundervisningen'

Tankerne bag projektet

Projektbeskrivelsen er gengivet som bilag 1. Heraf fremgår det, at projektgruppen ønskede at fokusere på, hvilken betydning elektronisk indsamling af egne data i undervisningen vil få for såvel lærerens undervisningspraksis som elevernes tilhørsforhold til de to fag fysik/kemi og biologi i 7.-9. klasse.

Videre lyder det i projektbeskrivelsen:

"Vores tese er, at eleverne opnår større ejerskab, interesse og engagement i naturfagene, hvis undervisningen tager udgangspunkt i de data, eleverne selv har indsamlet, systematiseret og tolket frem for, at undervisningen tager udgangspunkt i eksisterende teorier og begreber."

Brugen af dataloggere nævnes i faghæftet for fysik/kemi under de fælles mål som et krav, idet der står, at eleverne skal være i stand til at "vælge og benytte hensigtsmæssige instrumenter og laboratorieudstyr som feltudstyr og data-loggere."

Ligeledes nævnes datalogningen i vejledningen:

Mange modelforsøg kan strække sig over længere tid. Temperaturmålinger over længere tid kan udføres ved hjælp af computerstyret dataopsamlingsudstyr. Det er vigtigt at inddrage tidssvarende hjælpemidler og redskaber.

Man kan undgå nogle af problemerne med alt for gennemtænkte forsøg ved at benytte computeren. Derved får man mulighed for bearbejdning af en større mængde data. Man kommer ud over problemet med de meget konstruerede forsøg, og det bliver mere overkommeligt at arbejde med matematiske modeller. Men forudsætningen er, at eleverne har arbejdet med grundlaget for beregningerne. Computeren giver desuden mulighed for opsamling af store mængder data, f.eks. ved at lade dataopsamlingen foregå over længere tid eller ved at gentage målinger et større antal gange.

Alligevel synes brugen af dataloggere at være et felt, som man ikke kan forvente, at en hvilken som helst fysiklærer behersker, bl.a. fordi det kræver tilgængelighed af særligt udstyr og oparbejdet kompetence. Men da Lyngby-Taarbæk Kommune havde planer om at indkøbe dataloggerudstyr, har det ligget lige for at gøre en særlig indsats for både lærernes efteruddannelse, og for at man hjælper hinanden med at udvikle og afprøve ideer til egnede undervisningsforløb.

I bestemmelserne for undervisningen i biologi i 7.-8. klasse lægges der ikke eksplicit vægt på elevernes anvendelse af dataloggere, men det passer fint ind i det generelle fokus på undersøgelser og eksperimenter i klassen og ved udendørs feltarbejde.

Dertil kommer den aktuelle anledning med at søge at integrere brug af dataloggere i både fysik/kemi og i biologi med henblik på den fremtidige fælles prøveenhed i 9. klasse, som er blevet indført med skoleåret 2005/06.

Med til de ikke beskrevne begrundelser for projektet var også en bekymring for en dalende anvendelse af eksperimenter og praktisk arbejde i biologi, når der ses bort fra klassers besøg på naturskolen. En bekymring, der er blevet delvist bekræftet på landsplan (Breiting & Mogensen, 2003). Desuden ville dataloggerprojektet kunne blive en indsats for anvendelsen af IT i biologiundervisningen og i det hele taget for at hæve elevernes IT-

kompetence på en funktionel måde som støtte til nyttiggørelsen i fagene. Aktuelt kan fokus på dataloggerudstyr også ses i sammenhæng med udviklingen af Junior-pc-kørekortet. På websiden www.junior-pc-koerekort.dk skrives der bl.a.:

Dataindsamling, trin 2:

Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har udviklet kompetencer, der sætter dem i stand til at bruge digitale dataopsamlingsværktøjer.

Digital dataopsamling giver muligheder for at samle store mængder data over tid. Eleverne skal stifte bekendtskab med forskellige typer udstyr til datalogning på brugerniveau.

Dataindsamling, Trin 3:

analysere, vurdere og bearbejde data, der er opsamlet med digitale dataopsamlingsværktøjer.

Eleverne skal kunne analysere, vurdere og bearbejde data fra digitale opsamlingsværktøjer, og det er vigtigt, at eleverne har erfaringer med både brugen af opsamlingsudstyr og bearbejdning af data. Læreren bør gribe fat i søgeresultater, der virker utroværdige eller mærkelige og med baggrund i dem diskutere med eleverne, hvordan man kan vurdere data.

På kort tid har 600 skoler i foråret 2004 tilmeldt sig Junior-pc-kørekort konceptet, så man må sige, at de oprindelige tanker bag projektet 'Elevernes egne data i naturfagsundervisningen' i høj grad har været på højde med udviklingen.

Hvad er en datalogger

Datalogningsudstyret (dataopsamlingsudstyret) består af en mobil enhed, i dette tilfælde 'Explorer', som forsynes med en given føler (målesonde), afhængigt af behovet.

Fig. 1. Explorer med målesonde til dataopsamling, og alt koblet til bærbar computer.



Sådanne følere kan f.eks. bruges til at foretage følgende målinger:

- Iltindhold i vand
- Temperatur i luft og i vand/væsker
- pH (surhedsgrad)
- Nitratindhold
- Pulsslag (hjerterytme) hos mennesker, f.eks. til måling af kondital.
- Lys intensitet
- Lydstyrke
- Elektrisk strømstyrke
- Spændingsforskel
- Tryk

Det vil sige, at der kan anskaffes følere til de fleste typer målinger, der udføres med måleinstrumenter, som vi normalt bruger i naturfagsundervisningen.

Der findes to muligheder for at ansue sine opsamlede data på. Den ene er på selve Exploreren, som på sit display giver mulighed for at vise den aktuelle måling. En anden måde er ved at forbinde Exploreren til en computer, hvorved man kan se de samlede data afbilledet i tal såvel som grafer, og eventuelt bearbejde disse.

Hvis man ikke ønsker at være koblet til en computer f.eks. i forbindelse med feltarbejde, kan Exploreren opsamle flere sæt data til senere behandling i computeren.

Fra listen over forskellige typer følere fremgår det, at der er meget brede anvendelsesmuligheder for måling og datalogning. Foruden datalogning over tid, kan følerne også bruges til simple engangsmålinger. Dette vil dog oftest kun give mening, hvis udstyret allerede er i anvendelse, eller hvis skolen ikke rummer andre muligheder for måling.

Det amerikanske firma, der har udviklet Explorer systemet, tilbyder mange ideer og erfaringer til brugen af det på sit websted: <http://www.pasco.com/>. Bearbejdningen af data foregår lettest i det særlige program Datastudio, der er udviklet til det.

Fig. 2. Edb-programmet Datastudio blev benyttet til de mange målinger med dataloggeren, og det gav fine visualiseringer umiddelbart og bearbejdningsmuligheder senere.



Projektets forløb

Den konkrete forberedelse af projektet startede i foråret 2003 med henblik på, at de tilmeldte lærere (i alt 14) fra 5 kommuneskoler, samt deltagelse fra Rådvad Naturskole (herfra var der yderligere to deltagere) kunne få en solid indføring i den tekniske side af brugen af dataloggere fra skoleåret 2003/04. Dataloggerudstyret var Pasco Pasport.

Reelt kom den første del af skoleåret med efteråret 2003 til at gå med, at lærerne søgte at blive fortrolige med Pasco udstyret til forskellige typer målinger, og med hvordan programmet Datastudio kunne anvendes til at visualisere og bearbejde målingerne.

På en række møder udvekslede lærerne deres foreløbige erfaringer med brugen af dataloggere og udformede oversigter over deres forløb og erfaringer. Gennem hele forløbet kunne der udveksles ideer og spørgsmål gennem konferencen på Skolekom. Går man denne igennem, vil man se, at mange kræfter har måttet investeres i at sørge for at få fordelt udstyret til de rette skoler og lærere, samt at lave praktiske aftaler i øvrigt. Kun meget lidt af konferencens kommunikation drejer sig om pædagogiske spørgsmål.

På grund af det samlede tidsforløb blev meget af den praktiske afprøvning af ideer gennemført først i 2004.

Projektet sluttede officielt med udgangen af april måned 2004, men det afsluttende evalueringsmøde fandt først sted den 18. maj 2004 for at kunne tage så mange erfaringer med i betragtning som muligt. Og feltarbejdet, som rapporten her bygger på, inddrager skoleåret helt frem til sommerferien 2004.

Størstedelen af aktiviteterne med brug af dataloggere lå inden for et af fagområderne fysik/kemi, biologi eller idræt. Desuden blev der gjort en særlig indsats for at gøre brug af datalogningen i kommunens læseklasse.

Forskningens hovedspørgsmål og teoretiske grundlag

Forskerrollen

Forskernes rolle i tilknytning til 'Elevernes egne data i naturfagsundervisningen' har vi opfattet på den måde, at vi var uafhængige af projektets fysiske og idémæssige rammer med henblik på at søge at besvare interessante pædagogiske forskningsspørgsmål, samtidig med at vi skulle tilgodese projektbeskrivelsens interesser.

Desuden stillede vi os til rådighed som kritiske observatører i forhold til projektets aktører og aktiviteter, hvorved vi også kunne få en slags sparringspartner rolle 'uden ansvar'. Ansvar for de tagne beslutninger og deres udmøntning lå alene hos de deltagende personer fra projektet (lærere, naturskoleleder og projektleder). Vi søgte hermed at slå bro over de delvist forskellige forventninger, der var formuleret fra ITMF-projektets side i forhold til f.eks. DPUs forventninger, som fokuserede mere på at se forskningsindsatsen som en akademisk aktivitet. Samtidig var det vigtigt for os at søge at undgå at få en rolle over for lærerne som kontrollanter af deres arbejde, men i hørere grad kunne blive accepteret som værdifulde for fremdriften i projektet.

Tilgangen til forskningen har derfor haft karakter af følgeforskning eller dialogforskning.

Forskningens hovedspørgsmål

Ved formuleringen af forskningens hovedspørgsmål fandt vi det vigtigt at indkredse spørgsmål, som projektets intentioner og tilgang kunne forventes at være gode til at belyse, samtidig med at det var forskningsspørgsmål, som kunne have almen interesse for udviklingen af naturfagsundervisning. Desuden havde vi en intention om, at forskningsaktiviteterne løbende kunne tilflyde projektets aktører og dermed fungere som feedback, inspirator og udfordrer.

Figur 3 gengiver en oversigt over forskningens hovedspørgsmål, sådan som de blev formuleret ved projektets start i samråd med projektleder og koordinator fra Pædagogisk Center. Gennem forløbet blev der ikke anledning til at ændre på disse punkter. Derimod måtte indsamlingen af empiri justeres i forhold til de virkelige muligheder, som især ændrede sig, fordi undervisningen i klasserne kom sent i gang. Forskningsmetodikken beskrives nærmere i kapitlet 'Materiale og metoder'.

En af begrundelserne i projektansøgningen var grundlæggende vanskelig at forholde sig til og dermed at leve op til projektets bogstavelige forventninger. Det er den tidligere citerede formulering: *'Vores tese er, at eleverne opnår større ejerskab, interesse og engagement i naturfagene, hvis undervisningen tager udgangspunkt i de data, eleverne selv har indsamlet, systematiseret og tolket frem for, at undervisningen tager udgangspunkt i eksisterende teorier og begreber. Forskerne har særlig fokus på dette felt.'*

Forskningens hovedspørgsmål

1.
Hvad er store elevers forestillinger om datalogning – erfaringer og forestillinger om, hvordan og til hvad, de kan bruges, samt indstilling til at arbejde med det i praksis i undervisningen.

Forskningsmetodik

Søges belyst gennem brug af fokusgrupper med et udvalg af elever fra klassetrinnene.

2.
Læreres forestillinger om brugen af dataloggere som en hjælp i fysik/kemi-undervisningen og i biologiundervisningen.

Forskningsmetodik

Opsamling af synspunkter og ideer gennem indledende møder og diskussioner.

3.
Hvordan påvirker brugen af dataloggere undervisningen med hensyn til lærerens planlægning og gennemførelse af undervisningen?

Forskningsmetodik

Klasserumsobservationer og tilhørende drøftelse med læreren, samt notering af synspunkter under fælles lærermøder.

4.
Hvilke mekanismer er værdifulde at bygge på, når elever får mulighed for at gennemføre datalogning vedr. virkelige natur- og miljøfænomener i praksis sammenlignet med, at eleverne får tilsvarende data 'serveret' i undervisningen, f.eks. som lærebogsforsøg?

Forskningsmetodik

Klasserumsobservationer, samt interviews med et mindre antal elever og lærere.

5.
Hvorledes bliver elevers udbytte af datalogning sammenlignet med elevers udbytte af manuelle målinger af tilsvarende parametre?

Forskningsmetodik

Klasserumsobservationer, samt interviews med et mindre antal elever, der har prøvet begge dele.

6.
Eksempler på, hvorledes elevers arbejde med datalogning kan integreres på en frugtbar måde i fysik/kemi og i biologiundervisningen på 8.-9.- klassetrin, herunder om datalogning har et potentiale for integrationen af den faglige læring i fysik/kemi og biologi i 9. klasse.

Forskningsmetodik

Med baggrund i indsamlet materiale fra klasserumsobservationer, interviews og fokusgrupper diskuteres udvalgte eksempler på undervisningssituationer, der egner sig til at belyse potentiale og faldgruber ved brugen af datalogning, som supplement til lærernes egne beskrivelser.

Figur 3. Oversigt over de ved projektstarten formulerede hovedspørgsmål for forskningen i projektet 'Elevernes egne data i naturfagsundervisningen', samt den planlagte forskningsmetodik.

Det viste sig, at denne formulering ikke skulle tages så bogstaveligt, som den var formuleret. For *ellers* er problemet med denne formulering, at den umiddelbart besnærende tilgang i at tage udgangspunkt i elevernes egne erfaringer fra indsamling af data med dataloggerne nemt bliver meningsløs, hvis ikke den er indlejret på et eller andet niveau i en begrebsmæssig og teoretisk tænkning.

Nogle konkrete udmøntninger heraf kunne være (spekulativt).

- Eleverne får mulighed for at måle hvad som helst med udleverede dataloggere. Her tages der tilsyneladende ikke udgangspunkt i *'eksisterende teorier og begreber'*. Men forestiller man sig, at elever blot skal fare rundt og måle på må og få uden nogen tanke på en sammenhæng med deres egne forestillinger, der nødvendigvis må være knyttet til deres begrebsmæssige og teoretiske forståelse? Det lyder ikke plausibelt, og slet ikke i de ældste folkeskoleklasser. Det har der da heller ikke været eksempler på i de konkrete undervisningsforløb. Et alternativ kunne være det følgende:
- Eleverne bliver sat til at gennemføre en nøje beskrevet måling af bestemte parametre og gennem et veldefineret forløb. Dette kan naturligvis gøres, uden at eleverne bliver introduceret til den begrebsmæssige og teoretiske forståelsesramme, læreren har udtænkt det i. Men hvis ikke læreren ved planlægningen og udvælgelsen af aktiviteten har taget udgangspunkt i *'eksisterende teorier og begreber'*, så kan sammenhængen nemt glippe og aktiviteten derved blive meningsløs for elevernes læring. Aktiviteten taber under alle omstændigheder nemt højde, hvis ikke eleverne engageres i den begrebsmæssige og teoretiske ramme, målingerne foregår i, før datalogningen begynder, se også eksemplet med flaskehaver i kapitlet om elev-lærer interaktioner. Der er i de konkrete undervisningsforløb ganske mange eksempler på tilrettelagte målinger med dataloggere, hvor ideen er, at eleverne skal sammenholde flere parametre *'for at se, hvad der sker, når...'*, men sådan at læreren har knyttet det til et begrebsindhold.

Det fremgår af figur 3, punkt 4: *Hvilke mekanismer er værdifulde at bygge på, når elever får mulighed for at gennemføre datalogning vedr. virkelige natur- og miljøfænomener i praksis sammenlignet med, at eleverne får tilsvarende data 'serveret' i undervisningen, f.eks. som lærebogsforsøg*, at vi har medtaget denne oplagte sammenligning i stedet for en grundlæggende sammenligning med et ateoretisk udgangspunkt for undervisningen, som slet ikke var projektgruppens intentioner. Og så har vi i øvrigt generelt interesseret os for eksempler på induktive tilgange til undervisningsforløb og deres potentiale for elevernes begrebsdannelse, som alternativ til en deduktiv naturfagsundervisning, der måske bedst kan illustreres ved det klassiske eftervisende lærerforsøg, der blot illustrerer lærebogens teori.

Nogle teoretiske grundpositioner

I forskningen er undervisningsaktiviteterne blevet anskuet ud fra en nyere konstruktivistisk forståelse af undervisning og læreprocesser. Forskellige konstruktivistiske forståelser af læreprocesser har været dominerende inden for forskningen i naturfagsundervisning ('science education') gennem de seneste to årtier, sådan som det også har afspejlet sig i utallige internationale konferencer.

Med 'konstruktivistisk' menes der kort udtrykt opfattelsen, at en kognitiv læreproces er en aktiv proces, hvor den lærende konstruerer sin forståelse af verden ud fra egne erfaringer og de input, vedkommende tager til sig gennem kontakt med andre mennesker og medier, og at konstruktionen især foregår gennem egne refleksioner.

Det er oplagt, at den type læreprocesser, der her fokuseres på, angår, hvad vi i daglig tale kalder at nå til, at vi forstår noget, og netop forstår det, så det efterfølgende bliver en del af vores spontane omverdensforståelse. Udenadslæren og lignende vil således ikke blive opfattet som en konstruktivistisk læreproces, selv om heller ikke den vil kunne finde sted uden aktiv medvirken af den lærende.

Når vi her understreger *nyere* konstruktivistisk forståelse, skyldes det, at konklusionerne fra den tidlige konstruktivistiske forskning i sin begejstring for afdækningen af, hvor meget elevernes egne forestillinger og begreber betød, kom til at undervurdere betydningen af den intellektuelle stimulans, som andre mennesker med mere avancerede fagbegreber kan have for elevens udvikling af egen forståelse. Med andre ord er det naivt at forestille sig, at elever ved egen eftertænkning og passende arrangerede aktiviteter selv vil kunne udvikle adækvate faglige begreber. Dette er lige så naivt som at forestille sig, at eleverne 'lærer det, som de bliver undervist i'. Det typiske vil være, at elever aldrig lærer præcist det samme, som det, læreren har undervist i, og, at hvad forskellige elever lærer, også er indbyrdes forskelligt.

Selvom eleverne ikke lærer nøjagtigt, hvad læreren underviser i, er en 'lære-mester' i en eller anden betydning alligevel afgørende for resultatet. Begrebet 'mentor' bruges ofte om denne funktion i engelsksproget litteratur, og det fungerer vist tilsvarende på dansk. Begrebet 'stilladsering' (på engelsk 'scaffolding') benyttes som et nyttigt begreb til at analysere aspekter af en mentors eller noget undervisningsmateriales funktion, se afsnittet i kapitlet 'Datalogning som led i undervisningen i fysik/kemi og biologi'.

Denne form for konstruktivisme, som vi hermed lægger os op ad, kaldes for socialkonstruktivisme, se også Christiansen (2001) for en god oversigt. Socialkonstruktivismen sætter mere fokus på lærerens og undervisningsmaterialernes indflydelse på læreprocesserne, end den oprindelige konstruktivistiske forståelse gjorde.

Nærmeste udviklingszone

I overensstemmelse med vore konstruktivistiske syn på læring og undervisning finder vi det oplagt at gøre brug af Vygotskijs begreb om barnets 'nærmeste udviklingszone'. Denne defineres som det, barnet kan lære sammen med en anden, men som barnet ikke vil lære på det tidspunkt uden hjælp/interaktion med andre. Eller rettere tætttere på den oprindelige formulering: de *problemer*, som barnet kan løse sammen med en anden, men ikke uden. Den anden kan være en voksen, en lærer eller endog en jævnaldrende, som

allerede behersker det, som barnet ikke kan endnu. Vygotskij (1974) var meget optaget af sammenhænge mellem sprog og tænkning, og herunder begrebsdannelse, samt den kulturbetingelse, dette nødvendigvis må betyde for det opvoksende barns måde at tænke på, altså ikke blot, hvad det tænkte, men hvordan det tænkte om verden.

Vygotskijs begreb er udviklet i tilknytning til yngre børns udvikling. Begrebet er derfor populært f.eks. i forbindelse med pædagogers arbejde i daginstitutioner. Imidlertid mener vi, at den grundlæggende tanke også kan være frugtbar at overføre til arbejdet med dataloggere som led i naturfagsundervisningen. Det kan formuleres sådan:

Hvad kan eleverne på de pågældende klassetrin lære af relevant stof ved hjælp af deres arbejde med dataloggere støttet af deres lærer, som de ikke ellers ville (kunne) lære på disse klassetrin?

Når vi tilføjer 'relevant stof' er det, fordi vi må være særligt interesserede i det fagstof og de arbejdsmåder, der indgår i naturfagsundervisningen, for at det er velbegrundet at bruge undervisningstimerne hertil. Man må også være opmærksom på, at ideen om 'nærmeste udviklingszone' rummer en uendelighed af muligheder, hvis vi ser bort fra små børns udvikling, hvor meget af det, de skal lære, vil være fælles for alle børn i den pågældende kultur. Så snart vi bruger begrebet som led i egentlig undervisning, bliver grundlæggende didaktiske spørgsmål lige så vigtige som i en mere traditionel lærerdomineret forståelse af læreprocesser, hvor læreren 'giver stoffet fra sig' i en formidlingsproces.

Figur 4 Hvordan kan læreren udfordre elevens forståelse og hjælpe eleven med at knytte 'det virkelige liv' sammen med det faglige stof, som eleven kommer i berøring med i undervisningen, så eleven på engagerende vis udvikler adækvate begreber og færdigheder?



Materiale og metoder

Kvalitative forskningsmetoder

Der er i undersøgelsen udelukkende blevet anvendt kvalitative forskningsmetoder, idet intentionen har været at afdække sider af komplekse sammenhænge knyttet til brug af dataloggere i naturfagsundervisningen. Desuden har antallet af deltagere været begrænset, eller materialet har været inhomogent m.h.t., hvordan eleverne havde arbejdet med data-logning. I rapporten gengives jævnligt lærerbeskrivelser for på denne måde at fastholde autenticitet og nuancer. I analyserne har vi ledt efter begrundelser og regelmæs-sigheder uden at kunne gå ind i nogen form for sandsynlighedstestning. Ræsonnementet har været, at de mekanismer, vi fandt frem til hos de deltagende lærere og elever med stor sandsyn-lighed også ville kunne genfindes hos et betydeligt antal andre ligestillede, når de går i gang med brug af datalogning i naturfagsundervisningen i de store klassetrin.

Det er oplagt, at mange data ikke støtter hinanden, men netop er i modstrid med hinanden. Dette er udnyttet på den måde, at begge modstridende synspunkter så vidt mul-igt søges at komme til orde i rapporten med henblik på at demonstrerer komplek-siteten i spørgsmålet.

Dataindsamling

Til de i foregående anførte forskningsspørgsmål (figur 3) blev der benyttet nedenstående dataindsamling. Fokusgrupper og interviews blev båndoptaget med henblik på efterføl-gende delvis udskrivning. Se også figur 5.

Dataindsamling vedr. 1.

Hvad er store elevers forestillinger om datalogning – erfaringer og forestillinger om, hvordan og til hvad, de kan bruges, samt indstilling til at arbejde med det i praksis i undervisningen.?

- Den 6/6 2003 gennemførte vi to fokusgruppe-sessioner, hver med 8 elever fra 7. klasse, som derved udgjorde en del af målgruppen for projektet i det kommende skoleår.

Dataindsamling vedr. 2.

Læreres forestillinger om brugen af dataloggere som en hjælp i fysik/kemi-undervisningen og i biologiundervisningen.

- På det indledende møde den 13/8 2003 blev synspunkter og ideer noteret og opta-get på kassettebånd med henblik på en afklaring af lærernes erfaringer og forvent-ninger til brugen af dataloggere i undervisningen. Desuden blev lærernes egne be-skrivelser af deres forløb inddraget.

Dataindsamling vedr. 3.

Hvordan påvirker brugen af dataloggere undervisningen med hensyn til lærerens planlægning og gennemførelse af undervisningen?

- Gennem klasserumsobservationer i godt 20 timer og tilhørende drøftelse med lærerne og eleverne, samt digitale optagelser og notering af synspunkter under fælles lærermøder og afsluttende evalueringsmøde blev mekanismer vedr. lærerens planlægning og gennemførelse af undervisningen søgt klarlagt. Disse blev suppleret med et 1 times interview af en lærergruppe på 3. Endvidere indeholdt det afsluttende webbaserede spørgeskema til lærerne spørgsmål af relevans for besvarelsen af dette spørgsmål.

Dataindsamling vedr. 4.

Hvilke mekanismer er værdifulde at bygge på, når elever får mulighed for at gennemføre datalogning vedr. virkelige natur- og miljøfænomener i praksis sammenlignet med, at eleverne får tilsvarende data 'serveret' i undervisningen, f.eks. som lærebogsforsøg?

- Gennem klasserumsobservationer i godt 20 timer og tilhørende drøftelse med lærerne og eleverne, samt digitale optagelser og notering af synspunkter under fælles lærermøder og afsluttende evalueringsmøde blev mekanismer vedr. elevernes reaktioner m.v. søgt analyseret. Disse blev suppleret med et 1 times interview af en lærergruppe på 3, samt interview med i alt 5 elever (fra to forskellige elevgrupper) fra samme undervisningsforløb. Endvidere indeholdt det afsluttende spørgeskema til lærerne spørgsmål af relevans for besvarelsen af dette spørgsmål.

Dataindsamling vedr. 5.

Hvorledes bliver elevers udbytte af datalogning sammenlignet med elevers udbytte af manuelle målinger af tilsvarende parametre?

- Blev søgt belyst gennem godt 20 timers klasserumsobservationer, og interviews med 5 elever, der havde prøvet begge dele, og interview med deres lærere.

Dataindsamling vedr. 6.

Eksempler på, hvorledes elevers arbejde med datalogning kan integreres på en frugtbar måde i fysik/kemi og i biologiundervisningen på 8.-9.- klassetrin, herunder om datalogning har et potentiale for integrationen af den faglige læring i fysik/kemi og biologi i 9. klasse.

- Af det indsamlede materiale fra klasserumsobservationer, interviews og lærerbeskrivelser af egne undervisningsforløb og erfaringer udvalgte enkelte eksempler på undervisningssituationer, der egner sig til at belyse potentiale og faldgruber ved brugen af datalogning både i det enkelte naturfag og i et sammenlagt naturfag med fysik/kemi og biologi. Dette var også et emne i det web-baserede spørgeskema, som lærerne svarede på ved projektets afslutning.

Bilagene gengiver den bløde interviewguide til fokusgrupper (Bilag 2) og det web-baserede spørgeskema anvendt ved projektets afslutning (Bilag 3).

Oversigt over dataindsamlingens omfang

- Projektbeskrivelser og andre materialer fra projektlederne
- Fokusgruppessioner med 2 grupper af 8 elever fra 7. klasse den 6/6 2003
- Fællesmøder med deltagerne i projektet: I alt 7 møder af 2-7 timers varighed, hvor der blev observeret, taget foto og lydoptagelser, hvorfra udvalgte passager blev transkriberet.
- Lærernes egne beskrivelser af deres forløb i projektets Skolekom konference: I alt 9 forløb, hvoraf der fulgte opsamlende rapporter på 3 af forløbene
- Kasserumsobservationer: I alt godt 20 timer i forbindelse med 5 forskellige forløb i foråret 2004.
- Skriftlige tilbagemeldinger fra både lærere og elever til hinanden i forbindelse med et af forløbene (2 pdf-filer og 4 elevrapporter)
- Web-baseret spørgeskemaundersøgelse ved projektets afslutning (se Bilag 3): I alt 13 ud af 16 lærere svarede på det 26 spørgsmål lange spørgeskema.
- Analyse af kommunikationen i projektets konference på skolekom: I alt 200 indlæg i perioden 20/5 2003 til 9/6 2004.
- Lærerinterviews med 3 lærere efter projektafslutning
- Elevinterviews med i alt 5 elever fordelt på to grupper den 11/6 2004.
- Notater fra uformelle samtaler med lærere og elever gennem hele projektperioden.

Figur 5. Oversigt over den empiriske dataindsamlings omfang knyttet til udvikling af naturfagsundervisning med inddragelse af dataloggere.

Elevernes forestillinger om brugen af dataloggere

Følgende er først og fremmest baseret på vore to fokusgruppeinterview, hvor i alt 16 elever blev sat sammen i to grupper for at komme med deres bud på, hvad dataloggere kan bruges til i undervisningen. Nedenstående er derfor overordnede ideer, som ikke kan betragtes som repræsentative, men som alligevel kan spore tankerne ind på, hvilke forudsætninger elever i de ældste klasser har for at arbejde med dataloggere.

Elevernes forestillinger om hvad datalogning er

Eleverne havde ikke prøvet at bruge dataloggere og havde meget forskellige forudgående erfaringer fra natur/teknik. Efter lidt forklaring omkring principperne med dataloggere, havde eleverne masser af ideer til, hvordan man kunne bruge dataloggeren til at måle forskellige ting. Blandt de muligheder, eleverne så i dataloggerne, indgik følgende målinger:

Temperatur	Nedbør	Vind	Jordfugtighed
Elektrisk strøm	Lydtryk	Hastigheder	Syre/baser
Mængden af ilt	Antallet af soltimer	Forurening	Skattetrykket!
Hvor nervøse eleverne er til eksamen (med pulsmålinger)	Hvor hurtigt metaller smelter	Hvor meget tryk ting kan tåle	Indeklimaet i klasserne

Figur 6. Oversigt over elevernes forslag til, hvad man kunne måle med dataloggerne.

Det var nødvendigt at forklare, hvad dataloggere kunne, og hvordan de fungerer flere gange, da eleverne kun havde en vag forestilling om udstyret og udstyret ikke var tilgængeligt på dette tidlige tidspunkt i projektet. Men eleverne var gode til at leve sig ind i, hvad man kunne bruge dem til, og hvilke problemer der kunne være forbundet med det.

Troen på ”computerens” præcision

Eleverne forestillede sig, at loggeren (som de ofte refererede til som ”computeren”) var nemmere at bruge og mere præcis end manuelle målinger. Dette bekræftede en lærer også efterfølgende: ”Nogle elever tror blindt på målingerne ”Fordi at vi måler med en computer - ergo må det være mere præcist”. Selv om de fleste af eleverne mente, at dataloggeren måtte være mere præcis, var der også en del, som kunne se ulemper ved at overlade målingerne til dataloggeren.

Blandt de ting, som kom frem, var, at eleverne syntes, at det ville være sjovere selv at måle tingene, og at det var mere socialt, hvis man skulle gøre tingene sammen med andre. Det blev også nævnt, at man kunne benytte både en manuel og en automatisk måling og så sammenligne resultaterne for at se, om de målte rigtigt.

Eleverne nævnte også, at de forestillede sig, at der var tid at spare ved at bruge dataloggere, hvilke kunne være en fordel i f.eks. projektarbejde. Det kunne også frigøre tid til at lave andre ting samtidigt med, at man målte ting. Dette blev i øvrigt bekræftet

langt senere af en af lærerne, som påpegede følgende: ”De fleste syntes, at det er rart at udstyret selv kan tegne grafer (= tidsbesparende), som man kan bruge til at tolke på i sine afleveringer.” En af de mere skeptiske drenge kom under fokusgruppen med en interessant tanke: ”Jamen, så er det jo for nemt. Så lærer man jo ikke noget af det”. Dette syn blev delt af andre, som også mente, at man ville lære mest, hvis man målte tingene direkte selv.

En tidsbesparelse?

Eleverne i begge grupper var enige om, at en af de store fordele med en datalogger måtte være, at man ved at lade den foretage målingerne automatisk, kunne spare en masse tid. Hermed stemmer elevernes forestillinger godt overens med en af de hyppigt fremsatte begrundelser for at inddrage dataloggere i undervisningen. Sagen er dog den, at elever ifølge litteraturen ikke sparer tid på at håndtere apparaturet (som Rogers & Wild, 1996, har demonstreret). Til gengæld spares der tid på selve indsamlingen af data, hvilket kan frigøre tid til observation og diskussion af resultaterne. Forudsætningen er dog, at eleverne spores ind på at diskutere resultaterne, medens data indsamles, for ellers kan den ekstra tid hurtigt være demotiverende for eleverne (de synes det er kedeligt) eller forstyrrende for undervisningen, idet eleverne begynder at bruge tiden på alt muligt andet (Rogers & Wild, 1996).

Eksperimenter med overraskende resultater

Eleverne var meget interesseret i at få lejlighed til at arbejde med undersøgelser, hvor svarene ikke var givet på forhånd. Som en pige sagde: ”Jeg kan godt lide at lave den slags eksperimenter, hvor man bliver lidt overrasket over, hvad det ender med”. Pigen havde åbenbart haft lejlighed til både at opleve eksperimenter, hvor opgaven gik ud på at eftervise et kendt fænomen og som kontrast at få lov til selv at opdage overraskende sammenhænge.

Den sidste form for eksperimenter passer godt ind i en konstruktivistisk forståelse af læring, idet der her lægges særlig vægt på, at eleverne får lov til at udvikle deres egen forståelse af fænomenerne, de undersøger. Det er også velkendt, at mere åbne eksperimenter (såkaldte open-ended eksperimenter) kan være meget givtige og motiverende for eleverne, men det kræver i høj grad, at eleverne er opøvet i en vis autonomi på forhånd (se f.eks. Watson, 2000).

Det kræver en ekstra indsats fra lærerens side, hvis eleverne skal have lov til at forfølge mere åbne eksperimenter, da lærerne sammen med eleverne herved ofte må begive sig ud på ukendt grund. Dataloggerne er med deres store fleksibilitet i hvad de kan måle, hvor og hvor længe de kan opsamle data meget velegnede til at forfølge den slags undersøgelser. Men det er vigtigt at indse, at inddragelsen af åbne eksperimenter kan udgøre en ekstra udfordring til lærerne.

Elevernes begejstring

Overordnet set var eleverne begejstrede for tanken om at kunne få lov til at arbejde med dataloggerne. Det var nemt at få dem til at tale om, hvad de kunne forestille sig at undersøge og generelt set, så så eleverne i de to klasse frem til at få lov til at arbejde med dataloggerne.

De var også delvist interesserede i at udveksle data med andre elever i kommunen, men som en pige sagde: *"I skoletiden kunne jeg godt [tænke mig at udveksle data via Internettet], men jeg ville ikke gøre det i fritiden"*. Forståeligt nok rakte begejstringen ikke ud over skoletiden, selv om det langt senere viste sig på én skole, at flere af de meget entusiastiske elever frivilligt valgte at blive på skolen efter timerne med dataloggerne for at "lege" med dem.

En investering i elevernes fremtidige muligheder

Det viste sig også i praksis, at eleverne udviste stort engagement i brugen af dataloggerne i undervisningen. Som en lærer udtalte: *"Elever har som regel en god intuition og gode ideer til, hvad udstyr skal/kan bruges til. Samtidig har de en god hukommelse - der var heller ingen 'nervøsitet' at spore i forbindelse med hard/software. Går det galt begynder de forfra."* En lærer valgte bevidst at lade eleverne "lege" med udstyret før han satte ind med en mere fagligt målrettet undervisning, for at undgå at "wow-effekten" ved det nye flotte udstyr skulle forstyrre læreprocesserne og distrahere eleverne fra det væsentlige i det planlagte forløb.

Da eleverne (ligesom lærerne) ofte vil ønske at pille og eksperimentere med nyt udstyr, kan det være en god ide at lade dem gøre det ud fra et meget simpelt pilotforsøg, hvor fokuset derved bliver at gøre eleverne bekendte med de overordnede principper. Herved kan man forvente, at eleverne vil være mere fokuserede på at forstå de faglige aspekter, når udstyret anvendes senere på mere komplicerede forsøg.

På denne måde er det en god ide at betragte inddragelsen af dataloggerne i undervisningen som en investering i elevernes fremtidige muligheder for at benytte avanceret udstyr til at understøtte læring i naturfagene (jf. Newton, 2000). Dataloggerens nytteværdi kommer altså ikke nødvendigvis til udtryk den første gang, eleverne får udstyret i hånden, men jo mere bekendte de bliver med det, desto større potentiale har udstyret for at bidrage til elevernes forståelse.

Læreres forestillinger om dataloggere til undervisningen i fysik/kemi og biologi

Elevernes erfaringer og forudsætninger

Som vist i foregående kapitel var central del af vores første arbejde gik på at undersøge, hvilke erfaringer og forudsætninger eleverne havde med hensyn til IT fra hhv. hjemmet og skolen. De deltagende lærere i projektet havde lidt forskellige opfattelser af eleverne på dette punkt. På nogle skoler, sagde lærerne, at der findes en klar plan for elevernes udvikling på IT-området. Andre lærere havde opfattelsen af, at eleverne fik deres IT-færdigheder hjemmefra.

I de to syvende klasser, som vi gennemførte fokusgruppeinterview i, sagde de fleste af eleverne, at de var vant til at benytte computere hjemmefra så vel som i skolen. Selv om elevernes forudsætninger syntes meget forskellige, var der dog ingen tvivl om, at eleverne i de ældste klasser generelt var godt rustet til at kunne arbejde med tekstbehandling, Power Point præsentationer og andre projektekniske redskaber. Det uafklarede spørgsmål var, hvorvidt disse erfaringer var en hjælp i forhold til at arbejde med dataopsamling og behandling. På i hvert fald én skole havde man bevidst arbejdet med at gøre eleverne i stand til at arbejde med databehandling ved hjælp af computere. Som en af lærerne derfra sagde: *"Vi bruger altid regneark; millimeterpapiret er smidt ud"*.

Dataloggeren som redskab i tværfaglige forløb

"Indførelsen af biologi på niende klassetrin sætter fokus på muligheden for et tættere samarbejde mellem fysik/kemi og biologi. Vi vil med projektet fokusere på, hvilken betydning elektronisk indsamling af egne data i undervisningen vil få for såvel lærerens undervisningspraksis som for elevernes tilhørsforhold til de to fag."

(Fra projektbeskrivelsen).

Allerede inden projektdeltagerne fik fat i udstyret og fik lejlighed til at udforske mulighederne i det, havde man på flere skoler planlagt forløb, som involverede fagene fysik/kemi, biologi såvel som idræt og geografi. Matematik var også på tale som et naturligt element i databehandlingen.

Som det fremgår af det ovenstående citat, var det en vigtig dimension i projektet at udvikle gode eksempler på, hvordan dataloggerne kan støtte op om tværfaglige undervisningsforløb. Dataindsamlingsmulighederne med dataloggerne spænder over en lang række parametre, som traditionelt falder inden for alle de naturfaglige fag, men der var masser af ideer til undervisningsforløb, som kunne retfærdiggøres i flere fag end dem, som lærerne i projektet underviste i. Eksempelvis var et forløb baseret på brugen af pulsmåling under elevernes udførelse af Harvards steptest (en konditest), som bl.a. omhandler sammenhænge mellem kondi og kredsløb. Et andet eksempel var et forløb, som gik ud på at mål støj i form af lydtrykket rundt omkring på en skole. Det viste sig,



Figur 7. Hvad forestillede lærerne sig, at eleverne ville kunne have glæde af at bruge dataloggere til og efterfølgende bearbejdning af de opsamlede data? Og ligger der mon særlige potentialer for tværfagligt samarbejde, hvis klassen bruger dataloggere i naturfagene?

at lydtrykket oversteg arbejdsmiljølovens grænseværdier i flere tilfælde, hvilket åbnede for muligheden for at inkludere en lang række politiske overvejelser om, hvad man kunne bruge resultaterne til, hvor og hvordan de kunne formidles osv. Spørgsmål som kunne inddrage en lang række andre fag.

Forventede muligheder og barrierer

Lærerne var naturligt begejstret fra starten over mulighederne med det nye udstyr. Så snart de fik lejlighed til det, kastede lærerne sig over udstyret og begyndte at eksperimentere med det. Allerede ved opstartsmødet havde mange af lærerne udtænkt flere forsøg, som de gerne ville benytte dataloggerne til.

Der herskede en klar bevidsthed om, at man var nødt til at bruge en del tid på at blive fortrolig med systemet. Flere af lærerne fortalte om, at de havde foretaget mange forskellige målinger for at blive fortrolige med udstyret, inden de valgte at benytte det i deres undervisning. Dette forberedende arbejde frembragte en del erfaringer med mulighederne og begrænsningerne i udstyret (såsom at pH måleren ikke kunne holde til meget koncentreret syre!). Der gik dog således også en stor del af tiden i begyndelsen af projektet med at nå til det punkt, hvor lærerne var klar til at bruge dataloggerne i undervisningen.

Der var ikke udelukkende begejstring for dataloggerne. Som en af lærerne reflekterede i den sidste tilbagemelding: ”... *Altid overvej, om det er det mest fordelagtige [at benytte dataloggere i undervisningen] - ud fra en pædagogisk og didaktisk betragtning.*

Man bliver nemt lullet ind i, hvor sjovt det er og vil bruge det til alt, men også Datastudio [softwaren til dataanalyse] har sine begrænsninger.”

En af de forudsete hindringer for arbejdet med dataloggerne lå i, at der – på trods af de mange indkøb i kommunen - ikke kunne frembringes tilstrækkeligt med computerudstyr eller dataloggere til, at alle elever kunne arbejde med datalogning på samme tid. Desuden var en del opmærksomme på, at det ville være problematisk at skulle bearbejde data efterfølgende, da dette ville kræve, at undervisningen skulle rykke fra naturfagslokalet, eller hvor de nu var, over i datalokalet. Blandt de erfaringer, lærerne nedfældede efterfølgende, var bl.a. denne udtalelse, som opsummerer flere af lærernes erfaring: *”Det er meget vigtigt at være opmærksom på programmernes begrænsninger, antal dataloggere, antal elever i hver gruppe og ikke mindst sammensætning af eleverne i gruppen.”*

En anden betænkelig gik på det faglige dilemma, at eleverne på den ene side skulle lære at betjene og udnytte mulighederne i dataloggerne, samtidigt med at eleverne på den anden side også gerne skulle blive bekendte med mere traditionelle måleinstrumenter. Som en lærer udtrykte det: *”Jeg har det sådan lidt blandet... for de skal også lære at bruge et almindeligt termometer og se, hvordan det virker.”*

Nogle af lærerne valgte direkte at gøre det til et mål for undervisningsforløbet, at eleverne skulle foretage de samme målinger med forskelligt udstyr, for dels at se forskellene mellem udstyret, dels for at checke om dataloggerne nu målte rigtigt. Som nævnt havde eleverne en tydelig forventning om, at dataloggerne ville måle mere præcist end traditionelt udstyr generelt. Erfaringerne fra forløbene pegede dog på, at udstyret ikke var så stabilt, som mange havde forventet, og der var en del lærere, som oplevede kalibreringsproblemer med deres målere, så det viste sig i flere tilfælde at være både nyttigt og relevant at benytte flere målemetoder.

Der var også et andet didaktisk dilemma, som blev diskuteret en del i starten af projektet: Hvorvidt er det nødvendigt at søge at koble undersøgelserne med dataloggerne til noget, som vedrører eleverne og deres hverdag? På den ene side ligger der en væsentlig motiverende faktor i at tage udgangspunkt i noget, som eleverne kender til, og som er vedkommende i deres hverdag. På den anden side ligger der en vis faglig forventning til, at eleverne skal kunne engagere sig i problemstillinger, som måske ikke nødvendigvis tager udgangspunkt i deres ”pubertets hverdag”, som en af lærerne sagde. Blandt lærerne var der f.eks. gode erfaringer med at engagere eleverne i at arbejde med temperaturmålinger mm. i Mølleåen, selvom eleverne måske ikke lige havde en personlig tilknytning til Mølleåen.

Det kan også være svært at forsøge at tilrettelægge undervisningsforløb, som tager udgangspunkt i elevernes hverdag: *”Der, hvor det største problem ligger, er at få lavet nogle undervisningsforløb, der reelt set er relevante for eleverne... Det skal virkelig være noget, som vedrører dem og deres hverdag.”*, som en lærer sagde.

Det er snublende nært at tage udgangspunkt i fænomener eller genstande, som eleverne møder eller bruger til hverdag, men det er ikke nødvendigvis også relevant for eleverne at undersøge dem naturfagligt. Eksempelvis er vejret en vigtig del af elevernes hverdag og kan være afgørende for, hvilket tøj de tager på, og hvad de vælger at foretage sig efter skole osv. Men for at engagere eleverne i at måle vindstyrke, temperatur, luftfugtighed vil det være nødvendigt at sætte målingerne ind i en sammenhæng, så eleverne kan se relevansen af at foretage målingerne og derved gøre dem interesseret i resul-

taterne. Så med andre ord er det ikke genstanden for målingerne i sig selv, der kan sikre relevansen i forhold til dagliglivet.

Figur 8. Hvordan sikres elevernes motivering for at bruge dataloggerne i en fagligt relevant sammenhæng? - Det viste sig senere, at det ikke var noget problem.



Dataloggere og lærerens planlægning og gennemførelse af undervisningen

Lærererfaringer med planlægning og gennemførelse

I et sådant udviklingsarbejde kan det næppe undgås, at lærernes tilmelding til samarbejdet betyder, at brugen af dataloggerudstyret får en styrende funktion i deres planlægning. I planlægningen sker det i form af stillingtagen til, hvad man kunne tænke sig at prøve udstyret til. Derved kan der let blive en form for unaturlig påtvungethed over anvendelsen af dataloggere i naturundervisningen, som viser andre mekanismer, end når brugen af dataloggere har fundet en naturlig plads i undervisningen. Som en af lærerne bemærker:

Vi skal passe på, at udstyret ikke overskygger den mere faglige del af undervisningen. Der har været mange gange (for mange?!) hvor et teknisk problem har stået i vejen for, at vi har kunnet foretage nogle gode målinger. Det er (desværre) ikke altid muligt for eleverne at gennemskue, at målingerne ikke passer, og dermed flyttes fokus.

En anden lærer sagde tilsvarende at faren for, at det tekniske overskygger det faglige, senere kan vendes til en fordel:

Datalogningen fjerner i begyndelsen opmærksomheden fra det egentlige forsøg, men på længere sigt vil fokus vende tilbage, da de på en nem måde får en tydeligere registrering af det fysisk/kemiske eksperiment.

Hermed signaleres, at der er en gevinst ved brugen af dataloggere i undervisning, som først realiseres efter en vis indkøringsperiode, men som giver adgang til at arbejde på måder, som ikke er muligt uden dataloggere.

De temaer i de enkelte fag, hvor dataloggerne har været brugt i forsøgsperioden, fremgår i overskriftsform af figur 9, i alt 11 forløb.

Figur 9. Oversigt i grundtræk af de forskellige undervisningsforløb.

Klassetrin	Fag	Emne
3.-8	Fysik/kemi, biologi, idræt, geografi, matematik	Kondi og kredsløb
7.- 9.	Fysik/kemi, biologi	Fotosyntese
7.- 9.	Fysik/kemi, biologi	Lyd
8.	Fysik/kemi	Shampoo og pH
8.	Fysik/kemi, geografi	Begrebet Tryk
8.	Fysik/kemi	Temperatur, radioaktivitet og svingninger
7.- 9.	Fysik/kemi, biologi	Induktion og vekselstrøm
Læseklassen	Læseklassen	Surhed i nedbør
8.	Biologi	Livet i et vandhul
7.	Fysik/kemi	Solenergi
8.	Fysik/kemi, biologi	Vækstbetingelser, herunder CO ₂ , pH værdi i jord, kalk i jord (Flaskehaver)

Selv i vore bedst forsynede skolesystemer sker det næppe nogensinde, at der på den enkelte skole vil være nok tilgængeligt udstyr til en hel classes arbejde med dataloggere. Hertil er udstyret simpelthen for kostbart og for sårbart i vedligeholdelse og opdatering. I forbindelse med projektet blev der i alt indkøbt 15 Explorere, som er grundenheden, til kommunens pædagogiske central og 9 andre institutioner i kommunen. Dette betød, at hvert sted havde 1-2 Explorere at arbejde med. Dertil blev der købt 80 følere af 14 forskellige slags. Ved at koble følerne direkte til computeren kan man foretage målinger uden Exploreren, hvilket betød, at skolerne havde mulighed for at opstille flere forsøg end det begrænsede antal af Explorere ellers tillod. Bærbare computere synes at være de mest anvendelige, idet de bedre kan integreres i arbejdet forskellige steder på skolen, samt (i begrænset omfang) også anvendes udendørs.

Hvis alle elever i en stor klasse med 24 elever skal have glæde af at arbejde *samtidigt* med dataloggere, siger vore erfaringer, at et sæt udstyr til hver af 6 grupper med hver 4 elever vil være et ønskeligt minimum, hvis alle skal have en chance til at arbejde med udstyret. Som nævnt vil dette ikke være normalt på en skole. Der er to alternativer:

- Læreren låner det nødvendige udstyr fra kommunens pædagogiske central i den periode, hvor datalogningen skal foregå, således som det blev søgt gjort i dette ITMF-projekt.
- Undervisningen organiseres, så kun 1-2 grupper af elever samtidigt arbejder med datalogningen, f.eks. ved at organisere undervisningen i 'stationer', hvor der nogle steder benyttes dataloggere og andre steder benyttes andet udstyr eller andre aktiviteter.

Løsningen med at låne meget udstyr fra pædagogisk central (eller fra andre skoler) har den fordel, at læreren dermed kan forvente, at udstyret er i orden, når det kommer ud på skolen. Omvendt forhindrer det lærerens mere spontane inddragelse af udstyret, når lejligheden kommer op i klassen. Ligeledes stiller det forventninger til resurser til vedligeholdelsen på den pædagogiske central.

Løsningen med at kun få elever bruger udstyret ad gangen blev beskrevet af en af lærerne som følger:

Der skal tænkes lidt mere værksted, når de [dataloggerne] skal være med. Det er sjældent muligt, at lave samme forsøg for hele klassen. Det kan være et problem, hvis det f.eks. er et væsentlig forsøg (og det tager 2-3 gange at gennemføre forsøget for alle elever), men ellers ændrer det ikke [planlægningen] væsentligt.

Det vil med andre ord ofte være både muligt og nødvendigt at planlægge sig ud af problemet med begrænsede resurser.

Begrænsede resurser behøver ikke kun at handle om selve udstyret. En anden væsentlig del af resurse-aspektet handler om tid. Det er nødvendigt at være grundigt klædt på som lærer, når man introducere et hvilket som helst nyt apparat i undervisningen. Med dataloggerne er dette bestemt ikke mindre væsentligt. Foruden nyt udstyr (Explorere og målesonder) hører der et relativt avanceret computerprogram med. Det tager tid at blive fortrolig med alt dette. For ikke at risikere, at undervisningen drukner i tekniske problemer, skal man som lærer være fortrolig med udstyrets funktioner (hvad kan man måle, og hvad kan man ikke måle?), de fysiske begrænsninger (hvor lang er ledningen, hvor me-

gen hukommelse er der i Exploreren, hvornår smelter målesonden osv.) og hvordan man behandler data, når de er opsamlet?

Tiden er en begrænset resurse mange steder i lærerens virke, men under dette udviklingsarbejde var der naturligvis afsat ekstra resurser til lærerne, så de kunne lære at benytte udstyret. Desuden var der tilknyttet konsulenter udefra til at hjælpe med løsning af praktisk/tekniske problemer og mangler ved udstyret. Dette er resurser, som ikke nødvendigvis vil være til rådighed for lærere, som ønsker at benytte dataloggere i undervisningen i fremtiden.

Dette skal dog ikke tages som en forhindring for at kunne begynde at inddrage datalogning, men som en vigtig påmindelse om, at det kan være klogt af læreren at starte med simple og overskuelige forløb.

Et godt eksempel på nogle af de overvejelser, som kan afhjælpe en række af ovenstående udfordringerne, ses i følgende lærerrapport om indhøstede erfaringer (fig. 10):

Opfølgning på arbejdet med luft og vand 8b.

Undervisningen indledtes med et besøg på naturskolen, hvor temaet var vind og vejr. Her mødte de barometret, der af naturskolelederen var sat til at måle, da det er trykændringer, der er interessante, ikke så meget det konkrete tryk.

I klassen skulle vi arbejde med vands smelte- og fordampningspunkt.

Da jeg planlagde klassens første forsøg med datalogger var mit mål at forsøgene skulle være så simple, så der reelt var tid til den ændrede situation, som arbejdet med datalogger var. Simple forsøg bruger jeg ofte, når de har brug for apparaturkendskab (a la hvordan virker en strømforsyning). Jeg havde to loggere til rådighed, hvilket muliggjorde at klassen opdelt i kun 4 hold kunne rotere ret hurtigt.

Jeg lavede 4 grupper a ca. 4 elever hver

- 1 gruppe arbejdede med kogning af vand, mens de målte temperaturen manuelt hvert halve minut
- 1 gruppe arbejdede med kogning af vand, dataloggeren målte temperatur og tegnede graf
- 1 gruppe arbejde med smeltning af is, de målte temperaturen manuelt
- 1 gruppe arbejde med smeltning af is, dataloggeren målte temperaturen.

Efter 1. forsøgsrunde skiftede de til det modsatte forsøg, med den modsatte opsamlingsmetode.

Eleverne blev forklaret, hvordan de skulle sætte dataloggeren til computeren og de kunne se, at bortset fra en skala, der skulle justeres, var det hele klar til brug.

De sætter forsøget i gang på normal vis og morer sig lidt med at forstyrre dataloggeren, da de først er nået frem til de ønskede resultat (smelte- eller kogepunkt)

Eleverne morede sig og syntes, at apparaturet var tjekket. Der var betydelig mere berøringsangst i forhold til gasbrænderen, da ikke alle havde prøvet at tænde den.

De syntes næsten det var for let, og nogle kommenterede da også, at den manuelle måling var mere deres egen! Tilslut blev forsøgsresultaterne analyseret ved hjælp af grafen, der var tegnet på computeren.

Forsøgene var simple og måske set i bakspejlet for simple, men fordelene var, at jeg ikke på noget tidspunkt oplevede eleverne usikre eller rådvilde, den energi, de normalt skal bruge på at forstå og bearbejde et forsøg, kunne nu bruges til at forstå dataloggeren. De gik ikke i tekniske detaljer (heldigvis) og betragtede åbenlyst bare dataloggeren som et redskab.

Et problem var, at grupperne var lidt for store, og næste gang skal der nok være flere forsøg, der skal laves, så 2 max 3 elever kan arbejde sammen om dataloggeren. Nogle af eleverne fik et lidt distanceret og afslappet forhold til forsøget.

Fordelen var, at den flotte graf som computeren tegnede, kunne alle forstå, mens det de lavede manuelt for nogle blev noget mere sjusket, der ikke så klart udtrykker forsøgsresultatet. Da hovedparten af klassen havde haft en forventning om, at vandets temperatur ville stige lineært, også når det kogte, er dette væsentligt.

Som et lille appendiks til forløbet var ca. halvdelen af klassen på gåtur i området med en datalogger, hvor vi talte om temperatur og luftfugtighed, og disses sammenhænge. Her var det mig, der lagde resultaterne ind på computeren, da det faldt sammen med skolens traditionelle julebingo.

Figur 10. Opsummering fra lærer om tidlige erfaringer med at bruge datalogning i hendes 8. klasse.

Elevernes egne data sammenlignet med udleverede data

'Elevernes egne data'

Som det fremgår af projektbeskrivelsen, var det en grundpointe for lærerne at bruge dataloggerudstyr som et middel til, at eleverne kunne indsamle deres egne data. Alternativet lyder i projektansøgningen: '*frem for at undervisningen tager udgangspunkt i eksisterende teorier og begreber*'. Som det fremgår af forskningsplanens begrundelser har vi ment, at det var mindst lige så oplagt at se på alternativet til 'egne data': at få data udleveret af læreren i form af kurver og tabeller. Det kunne være ved, at eleverne i deres skolebøger støder på kurver og grafer, der illustrerer forløb og sammenhænge, eller at der er tale om situationer, hvor eleverne får udleveret data som udgangspunkt for at fremstille deres egne kurver og grafer.

Det sidste kan der være en vis tradition for i fysik/kemi-undervisningen, men det er i hvert fald ikke almindeligt i biologiundervisningen. Netop biologiundervisningen har tradition for, at eleverne selv indsamler deres egne data, hvis klassen overhovedet arbejder med data.

For lærerne blev arbejdet med udvikling af brug af dataloggere i nogle tilfælde en anledning til også at eksperimentere med undervisningsforløb, der i højere grad end sædvanligt byggede på elevernes egne indsamlede data. Hermed blev undervisningen ifølge lærerne mere projektorienteret. Samtidig kom nogle klasser til at opleve en naturfagsundervisning, der var mere åben og fri med større elevindflydelse, dog uden at der har været tale om egentlige selvforvaltede projektføløb.

Figur 11. Det nye arbejde med dataloggere blev i nogle tilfælde kombineret med friere praktisk arbejde i klassen med indsamling af egne data og som her i et samarbejde mellem 2 klasser.



Elevernes ejerskabsforhold

Lærerne er enige om, at elevernes generering af data via datalogningen betyder noget: *Her har de selv indsamlet grundmaterialet, og "ejerskabet" er hermed blevet større.*

Dette har dog ikke nødvendigvis noget at gøre med, at det er foregået med datalogning, idet en lærer refererer til, at hendes elever følte, at deres manuelle målinger var mere 'deres egne', end dem, der blev genereret med dataloggeren, jvf. figur 12.

Det er ikke blot målingerne, men også det, at eleverne i nogle forløb har været mere grundlæggende involveret i at afgøre, hvorfor målingerne skulle udføres, som betyder noget for elevernes opfattelse af ejerskab:

Med dataloggerne er det muligt at lade eleverne opstille forsøg, opstille hypoteser, og efterprøve dem videnskabeligt med målinger, som de ellers ikke har kunnet foretage - I undervisningsforløbet om flaskehaverne, blev dataloggerne brugt til at lave målinger, som man ellers ikke kunne lave i undervisningen. Det, at eleverne selv opstiller hypoteser og efterprøver dem, gør, at dataindsamlingen i højere grad bliver deres egne data - og jeg syntes, at man tydeligt ser nogle elever, som bliver meget mere engageret i undervisningen.

Og fra en anden lærer:

Dataloggerne 'lokker' til det selvstændige arbejde, fordi de er spændende, og eleverne nemt kan få serier af resultater at analysere på.

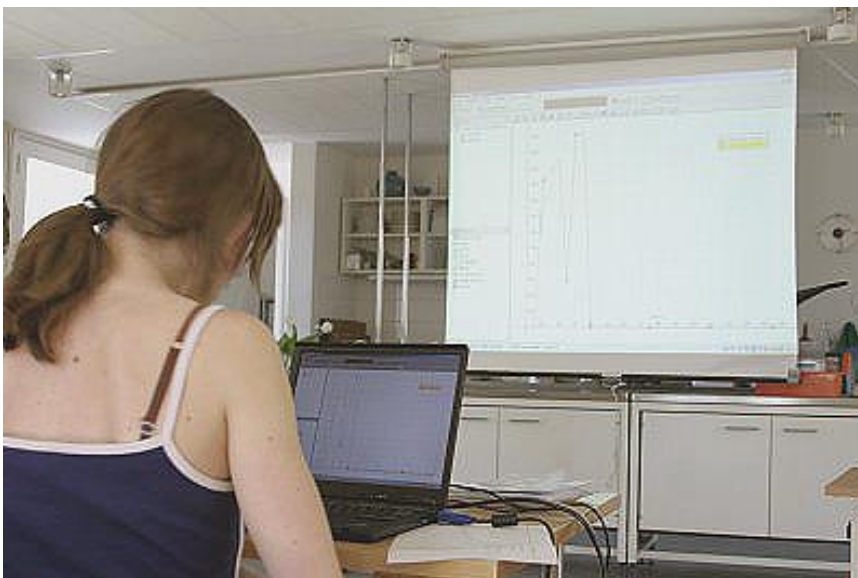
I samme retning fra en anden lærer:

I og med at nogle forsøg bliver tydeligere, får de en bedre forståelse for, hvad der sker. Derfor bliver det mere deres egen data.

Endelig har nogle lærere gode erfaringer med, at netop elevernes egne data kan analyseres i grupper eller i fællesskab undervejs i processen, her fire udtalelser fra tre forskellige lærere:

Egne kurver over hjertefrekvens i forbindelse med fysisk anstrengelse. Kurverne har eleverne kunnet udskrive enkeltvis eller sammen med de andres.

(Se også nedenstående foto – figur 12 - med elevens egne kurver.)



Vi kan tale om forsøgende ved hjælp af en af elevernes resultater. De vises på projektor, og vi analyserer. Dette gjorde vi med stort held f.eks. i forbindelse med magnetisme og vekselstrømskurve, samt med ækvivalenspunkt under titrering.

Muligheden for at se forsøgsdata på dataprojektor, medens forsøget foregår - Nu og her data.

De har selv kunnet registrere et hurtigt omskift i f.eks. pH - deres egen graf er sjovere end den, jeg kan tegne på tavlen.

Den samlede erfaring er hermed, at brugen af dataloggere giver mulighed for et godt 'ejerskab' hos eleverne til de undersøgelser, de laver i naturfagsundervisningen, ligesom også elevernes engagement i mange situationer synes større end normalt, se kapitlet herom.

Figur 13. Når eleven selv har genereret data til dataloggeren, som her under gennemførelse af 'ironman' på naturskolen, så er ejerskabet til de opsamlede data stort, og der er fælles god interesse for at fortolke kurverne fra de bearbejdede data. Se også foregående foto.



Dataopsamling sammenlignet med manuelle målinger

Teknisk avanceret udstyr versus simpelt udstyr

Som eksempel kan vi tage målinger af temperatur. Det klassiske måleinstrument er som bekendt et termometer. Det bygger på ideen i kviksølvtermometeret, der for længst har fået erstattet kviksølvet af mindre sundhedsfarlige stoffer som i sprit-termometeret. Brugen af et termometer giver umiddelbart en visualisering af, om temperaturen er høj eller lav, og om den bevæger sig op eller ned. Men det sidste kræver konstant overvågning, med mindre man er tilfreds med at aflæse værdier med visse intervaller. Desuden er der altid en forsinkelse på termometerets visning i forhold til ændringer i det medium, man måler i.

Den vigtigste læreproces knyttet til brug af termometer er umiddelbart at lære at aflæse værdierne så nøjagtigt som muligt på den analoge skala. Dette problem er overkommet ved brug af manuelle digitale termometre, der for længst har vundet indpas i skolerne. Men hertil kommer forståelsen af, at et termometer ikke nødvendigvis viser korrekt ved en bestemt temperatur. For mange elever er det en øjenåbner at konstatere, at et antal termometre nedsænket i den samme væske afviger lidt fra hinanden i visningen. Dette siger noget grundlæggende om måleinstrumenter, og det kan også bruges til at introducere begrebet at kalibrere et instrument, så man efterfølgende ved, hvordan målingerne kan tolkes.

Dataloggere har målesonder til temperaturmåling, der bruger princippet om termistorer, dvs. målingen bygger på, at ledningen af en elektrisk strøm er afhængig af temperaturen, termistoren udsættes for. Derfor reagerer dataloggeren næsten momentant på temperaturændringer. Desuden måles temperaturen som et kontinuum. Dette giver nogle særlige muligheder, som en lærer her udtrykker det:

Den store force er målinger over tid, både f.eks. når et omslag sker meget hurtigt (f.eks. pH) eller langsomt (f.eks. temperatur), samt de flotte præcise grafer, der kan laves.

Figur 14. PH-skift og temperatur kan let registreres med dataloggeren og visualiseres.



Omvendt er de avancerede dataloggere også instrumenter, der kræver mere oplæring af eleverne ifølge lærerne:

Meget svært i starten - det digitale kræver mere end det analoge måleudstyr, de er vokset op med. Men når de bliver fortrolige med det, vælger de Datastudio frem for andet.

Eleverne syntes dog ikke at opfatte dataloggerne som mere avancerede end, at de hurtigt fandt ud af at bruge dem. Som to elever sagde under interviewene:

Interviewer: Følte I, at I alle fik lært det, I skulle for at kunne arbejde med dem [dataloggerne] i fremtiden.

Dreng: Ja, de var ikke svære.

Pige: Nej.

Dreng: ... Vi satte den bare til computeren, og så lavede den det [målingerne] selv.

Opfattelsen af pålideligheden

Der kan være en fare i, at det avancerede udstyr signalerer præcision og ufejlbarlighed, og at det i det hele taget er vanskeligere at gennemskue, hvad der foregår, og hvad der eventuelt kan være galt. Bliver 'sprintsøjlen' i et sprit-termometer brudt, kan det tydeligt ses under aflæsningen, men hvordan med dataloggerne?

Nogle elever tror blindt på målingerne "Fordi vi måler med en computer - ergo må det være mere præcist", er erfaringen fra en lærer.

Hertil kommer, at det i starten kan være svært at være helt klar på, hvad det er, de går i gang med:

Nogle elever har svært ved at se sammenhængen mellem et rigtigt termometer og den blå pind (målesonden), men udover det virker det til, at eleverne tror mere på resultaterne, og derfor er læreren nødt til at stille kritiske spørgsmål. De fleste elever synes, det er godt at bruge udstyret, når de først er blevet fortrolige med det.

Gennem alle vore samtaler med eleverne var det klart, at de opfattede dataloggerne som mere præcise og pålidelige end andre måleinstrumenter, men vi observerede også, at eleverne ikke kun stolede blindt på det avancerede udstyr. Da en gruppe af elever ikke så det forventede omslag under en titrering, benyttede de en mere simpel metode til at undersøge sagen:

Dreng: Det er også en fordel ved det gamle indikatorpapir, at det viser farve, og så ved man det med det samme, hvor dataloggeren bare kører der ud af.

Pige: Og nogen gange kan der jo være noget galt, så den måler forkert.

Dreng: Ja, og så er det godt at have indikatorpapir i baghånden, så man er sikker.

Det avancerede er sårbart

Vi har set ved flere klasserumsobservationer, hvordan lærernes planlægning er blevet amputeret, fordi der viste sig at være tekniske vanskeligheder ved målingerne. Her ser vi bort fra de naturlige situationer, hvor årsagerne var lærernes manglende rutine i anvendel-

se af udstyret som følge af, at dette er et udviklingsprojekt. I nogle tilfælde viste hele sæt af målinger med en bestemt målesonde nogle værdier, der var helt hen i vejret.

Hertil kommer den minutiøse omhu og rengøring, der skal sørges for ved brug af bl.a. målesonden (elektroden) til pH-målinger og ilt-målinger. Dette er imidlertid også tilfældet med andet mere traditionelt udstyr f.eks. apparater til pH-måling, og sat op i forhold til hinanden skinnede det igennem i interviewene, at eleverne følte, at det traditionelle udstyr var mere sårbart end sensorerne til dataloggerne:

Interviewer: Hvad vil I sige, er den største forskel mellem at bruge sådan en her pH måler [en elektronisk pH måler] og så Exploreren?

Dreng: Den der Explorer, den er mere korrekt end den gamle pH måler. Men det ved jeg ikke. Vi har jo ikke testet forskellen.

Interviewer: Men I kender dem begge to, ikke?

Dreng: Ja, men den er også mere besværlig den gamle, for den [pH måleren] er stor. Og så skal man have det over i et stort bægerglas, for at kunne måle det bedre. Så skal det meste af enden ned i det der væske. Og så når man skal rengøre den, skal man passe på, at man ikke ødelægger den der føler, der er i... Så er Exploreren måske bedre.

Udbytte af visuelle output

En af de absolut største fordele ved dataloggerne ligger i muligheden for at koble det, som eleverne arbejder med, til en grafisk visualisering af resultaterne, hvad enten det sker under eller efter selve dataindsamlingen.

Visualiseringen af resultaterne giver eleverne et umiddelbart indtryk af, hvordan det lille stykke ”virkelighed”, de beskæftiger sig med, opfører sig i den givne situation og kan derfor hjælpe dem til at forstå, hvilken effekt en given påvirkning har på deres forsøg. Stiger temperaturen? Hvor meget? Hvor hurtig, osv.¹

Det er naturligvis på ingen måde nyt at forvandle en serie af målinger til mere overskuelige grafer, men gennem datalogningsudstyret bliver det muligt at få graferne leveret med det samme og helt automatisk. Dette var eleverne også bevidste om:

Interviewer: Har I oplevet noget, som Exploreren har kunnet, som I ikke har kunnet før?

Dreng: Det med graferne. Den kunne lave grafer med det samme.

Interviewer: Og det er en stor fordel?

D og P i kor: Ja.

Dreng: Så behøver man ikke at lave den graf selv.

Interviewer: Var det også nemmere at forstå?

D og P igen i kor: Ja.

Dataloggeren koblet til computeren kan på denne måde spare tid i undervisningen ved, at eleverne ikke behøver at notere de enkelte resultater for derefter at tegne graferne selv (en aktivitet, som ellers kan tjene sine egne undervisningsmæssige formål). Det er så lærerens opgave at sørge for, at denne ekstra tid ikke fører til uhensigtsmæssige ”døde” perioder, hvor eleverne kommer til at vente på andre elever eller finder på distraherende aktiviteter.

¹ Se f.eks. hvordan en pulskurve tager sig ud på <http://www.netognatur.dk/sw1666.asp>

Visualiseringen af data kan desuden støtte eleverne i at se en umiddelbar sammenhæng mellem det målte og genstanden for målingen, som ellers ville kræve beregninger og manuelle tegning af grafer. Men ud over, at graferne genereres automatisk, udgør de også en grafisk brugerflade, som eleverne kan bruge til at bearbejde deres data gennem ved hjælp af Datastudio softwaren. De kan f.eks. justere akserne i koordinatsystemet ved at ”trække” i dem med markøren, så bestemte kurveforløb fremhæves. De kan klippe grafer ud og sætte dem sammen med andre i samme koordinatsystem, så kurverne kan sammenlignes, eller sætte graferne ind i deres opgaver, som det fremgår af følgende udtalelse:

Interviewer: Kunne man lige så godt have lavet alle målingerne med mere gammeldags udstyr, f.eks. indikatorpapir?

Pige: Så kunne man ikke sætte graferne ind i sin opgave. Så skulle man selv ind og lave det, og så ville det gå meget langsommere og være mere indviklet

Det grafiske aspekt ved dataloggeren blev ligeledes fremhævet som en stor pædagogisk fordel af mange lærere, som for eksempel ved et forsøg med smeltning af is og kogning af vand:

Fordelen var, at den flotte graf, som computeren tegnede, kunne alle forstå, mens det, de lavede manuelt, for nogle blev noget mere sjusket, der ikke så klart udtrykte forsøgsresultaterne. Da hovedparten af klassen også havde haft en forventning om, at vandets temperatur ville stige lineært også, når det kogte, er dette væsentligt.

Visualiseringsmulighederne er også en stor fordel ved fælles opsamling og gennemgang, idet elever eller lærer kan holde sig til det visuelle udtryk på en storskærm, og der gå i en indbyrdes dialog om mulige årsager og forklaringer af resultaterne.

Begrænsninger i udstyr

Under det fleste omstændigheder vil en klasse have mere begrænset adgang til avanceret udstyr end med mere simpelt og billigere manuelt udstyr. Dette betyder, at når undervisningen fokuseres omkring dataloggerne, så vil det reelt være en mindre del af klassen, som kommer til at arbejde med dem, særligt i tilfælde hvor det vise sig nødvendigt at arbejde i store grupper. Som en lærer sagde:

Det er svært at deles om, og nogen gange ender det med, at kun en del af gruppen laver noget.

Vi så, hvordan eleverne hurtigt organiserede sig i grupperne efter mere eller mindre faste sociale mønstre og kunne på den måde konstatere, hvordan det særligt var de fagligt stærke drenge, som arbejdede mest med udstyret. Selv om grupperne gerne var samlet om udstyret under forsøgene, var det ofte kun enkelte elever, som faktisk betjente det. Dette kan være vigtigt at have i baghovedet, når man som lærer planlægger at inddrage dataloggere i undervisningen.

En af lærerne havde forsøgt at undgå dette problem, ved at lade de mere interesserede elever ”lege af” efter timerne, så det ikke gik ud over de andre elever i grupperne:

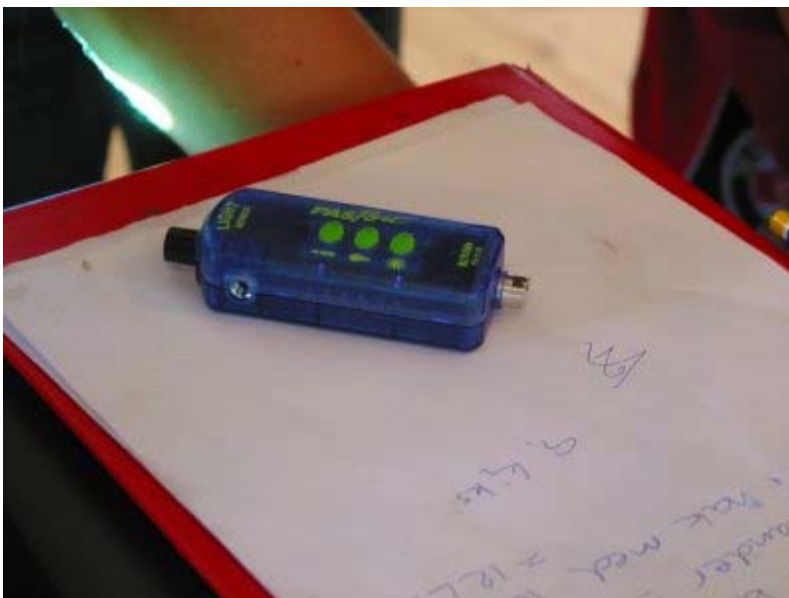
Alm. undervisning kan ikke lade sig gøre med kun to pc'er og et sæt måleudstyr. Jeg har dog forsøgt via dataprojektoren at give alle elever en forståelse for programmets muligheder. De fanger det lynhurtigt. De kvikke elever, som bliver hængende efter skoletid og leger med udstyret finder på grundlag af gennemgangen og deres egen kreativitet mm. selv ud af, hvordan de skal gøre. De opdager dog ikke alle programmets muligheder, men det vil jeg heller ikke påstå, at jeg selv har gjort. - Med så lidt udstyr vil noget af det indtil videre kun blive brugt i forbindelse med lærergennemgang.

Her peger læreren på, at selv om udstyret er beregnet til at give eleverne mere direkte kontrol med forsøgene, viser det sig i praksis at være svært at gennemføre den elevstyrede undervisning på grund af det begrænsede udstyr til rådighed på den enkelte skole. Når eleverne ikke kan få adgang til udstyret på grund af denne begrænsning, kan man altså risikere, at dataloggerne ender med at bane vejen for fælles lærerstyrede forsøg, hvilket er det modsatte af den oprindelige intention med dataloggerne og udviklingsprojektet.

Det er dog værd at hæfte sig ved at en fælles gennemgang af resultater naturligvis kan være nyttige og give læreren mulighed for at sørge for udveksling af data i og mellem grupperne, at fremhæve særligt interessante eller vigtige pointer og at give eleverne mulighed for at udveksle synspunkter og erfaringer.

Fra eleverne side blev problemerne med at deles om udstyret kun delvist bekræftet. I vore elevinterview sagde eleverne fra forskellige grupper to forskellige ting. I den ene gruppe havde alle eleverne tilsyneladende skiftevis fået mulighed for at arbejde med dataloggerne, medens eleverne i den anden gruppe havde fordelt arbejdet tidligt i forløbet, så det særligt var to af drengene, der havde stået for at bruge udstyret. Alle eleverne følte dog, at de ville være i stand til at bruge udstyret på et senere tidspunkt.

Figur 15. Nogle elever fascineres let af de små smarte dataloggere, mens andre holder sig mere i baggrunden.



Elevernes læring

Fra de fleste sider forlyder det, at dataloggerne ikke i sig selv giver eleverne større indsigt i det faglige stof (se også kapitlet 'Elev-lærer interaktioner og brugen af dataloggere'):

Jeg synes ikke, at dataloggeren gør de naturfaglige begreber mere tilgængelige end andet udstyr. Det, der er smart ved dataloggeren, er de mange målingssæt og udarbejdelse af kurver. Men du skal stadig have en forståelse for naturfagene for at kunne bearbejde dine resultater og yderligere kunne betjene det tilhørende program.

Andre lærere oplevede alligevel, at elevernes forståelse af nogle abstrakte sammenhænge kunne lettes gennem brugen af dataloggere:

Det giver en bedre forståelse for, hvad der sker i forsøgene, f.eks. i forbindelse med induktion ses det mere tydeligt, at magnetens mindste bevægelser skaber induktionsstrøm.

Fra elevernes side var det svært at finde ud af, hvilken betydning dataloggerne havde haft for deres læring. De få elever, vi interviewede, havde meget svært ved at sætte ord på, hvad de havde lært, som det fremgår af følgende eksempler fra interviewene:

Interviewer: Tror I, at de [dataloggerne] har været med til at hjælpe jer til at forstå, hvad der foregik i flaskehaven og de andre forsøg?

Dreng: Det tror jeg, for de er mere korrekte, så der er en større sandsynlighed for at det, du kommer frem til, er mere rigtigt. Men vi har ikke rigtigt lært noget.

Og

Interviewer: Tror I, at I har lært mere ved at arbejde med Exploreren?

Dreng: Det har vi vel nok.

Pige: Jeg ved ikke, om det er fordi, at de er mere præcise eller hvad.

- Og meget mere blev det ikke til fra elevernes side, selv om observatører og lærerne ikke er i tvivl om, at eleverne fik noget ud af forløbet.

Hvornår er der brug for det avancerede udstyr?

Anvendelsen af dataloggere skal også ses i forhold til, hvornår de på afgørende vis tilføjer undervisningen nye dimensioner, så elevernes læreprocesser for alvor fremmes således, at ulejligheden med at få sat det i gang kompenseres rigeligt af de fordele, der opnås. Hvis udstyret er i brug, er det fint også at kunne lave en enkelt pH måling, hvis det er behovet, men ellers er der stadig den hurtige og simple metode med indikatorpapir, der er lige ved hånden til anvendelse. Man skal også som lærer være påpasselig med, at det ikke er teknikken, der styrer, som en lærer fremhæver det:

Altid overvej, om det er det mest fordelagtige - ud fra en pædagogisk og didaktisk betragtning. Man bliver nemt lullet ind i, hvor sjovt det er, og vil bruge det til alt, men også Datastudio har sine begrænsninger.

Dataloggerne har en særlig berettigelse i de situationer, hvor det er fordelagtigt at lade dataloggeren om automatisk at foretage målinger, fordi det er uhensigtsmæssigt (hvis ikke ligefrem umuligt) for eleverne selv at gøre det. Desuden giver dataloggerne mulighed for at tage målinger med så korte intervaller, at de kan give mere eller mindre øjeblikkelige og kontinuerte data. På denne måde kan eleverne gennem visualisering på computeren få mulighed for at se, hvilken effekt en given påvirkning har *samtidig* med påvirkningen sker. Dette kan være en stor hjælp til at skabe en umiddelbar forståelse af sammenhænge, som eleverne ellers skulle deducere sig frem til, efter de havde lavet deres beregninger og tegnet grafer.

Figur 16. Hvornår er der virkeligt pædagogiske gevinster ved at anvende det avancerede dataopsamlingsudstyr med tilhørende programmel?



Elevernes engagement ved datalogning i undervisningen

Hvad motiverer hvad?

Lærerne giver deres vurdering af, hvordan inddragelse af dataloggere virker ind på elevernes engagement i undervisningen. Det generelle billede er, at anvendelsen virker mere eller mindre positivt ind på de fleste elevers engagement. En lærer udtrykker det sådan:

2-3 piger har lidt teknikforskrækkelse og rører det næsten ikke. Men generelt er det en motivationsfaktor, dog nok især, da det havde nyhedens interesse. (Første gang vi brugte det, måtte jeg højtideligt love, at alle nåede at bruge det, ellers var der nok udbrudt mytteri)!

Nogle lærere knytter visse elevers større engagement til brugen af IT som led i datalogningen, mens ganske mange især henviser til de nye muligheder, som datalogningen giver for elevernes undersøgelser og læring, sådan som det her først omtales af en lærer og dernæst beskrives mere indgående af en anden:

Der er ikke den store forskel for mange. Men pc-tilbederne kaster sig over udstyret med glubende appetit.

Nogle af dem bliver meget teknikfascineret og udviser dermed en større glæde for faget. En stor del af eleverne kan godt se det smarte i, at dataloggerne kan lave målinger, som vi ikke kan (og ikke gider, eks. hvert 10 sekund igennem en time), og bruger dermed udstyret som en tidsbesparende faktor i de forsøg, hvor de bruger udstyret.



Figur 17. Arbejdet med etablering af flaskehaver krævede en del fingerfærdighed for at få plantet de udvalgte stueplanter nede i vinballonen. Herefter blev den lukket helt tæt med skruelåg og placeret efter en overordnet plan.

Derved fik grupperne mulighed for at sammenligne målinger med dataloggerudstyret for en række parametre vedr. planternes vækstforhold.

Målingerne skulle være grundlaget for at de kunne drage deres konklusioner i forlængelse af deres oprindeligt opstillede hypoteser.

Og alt sammen skulle beskrives nøje i deres afsluttende 'forskerrapport'.

Og læreren forsætter:

Med dataloggerne er det muligt at lade eleverne opstille forsøg, opstille hypoteser, og efterprøve dem videnskabeligt med målinger, som de ellers ikke har kunnet foretage - I undervisningsforløbet om flaskehaverne, blev dataloggerne brugt til at lave målinger, som man ellers ikke kunne lave i undervisningen. Det, at eleverne selv opstiller hypoteser og efterprøver dem, gør, at dataindsamlingen i højere grad bliver deres egne data - og jeg syntes, at man tydeligt ser nogle elever, som bliver meget mere engageret i undervisningen.

Der er desuden lidt den samme effekt, som når man sammenligner at bruge et digital-kamera med et traditionelt fotoapparat til film: Det digitale kamera leverer straks det synlige resultat, mens man kan huske, hvad man lavede og står midt i det hele.

En lærer udtrykker det sådan:

Eleverne har virket meget motiveret og ser umiddelbart ud til at få mere ud af undervisningen, da de kan se sammenhængende resultater med det samme.

Og en anden lærer:

Helt klart større engagement, da man i grupper kan diskutere data af forsøgene samtidig med, at forsøgene forløber.

Hertil kommer den visualiserende effekt, som både skærbilledet og udskrifter af kurverne giver:

Som jeg ser det, er der flere aktive elever under forsøgsudførelse, da forløbet i forsøgene bliver umiddelbart visuelle (grafer, tabeller ol.), og derfor er nemmere at overskue for eleverne. Ved efterbehandling af forsøg, er der også flere aktive elever end ellers, nok fordi de fleste har fået en graf, tabel og lign. at snakke med ud fra, som de ikke ville have fået, hvis de selv skulle lave disse.

Men hermed bliver det måske også mere afgørende, om eleverne kan engageres i netop tydningen af grafer og kurver:

Udstyret appellerer til de elever, der er interesseret i matematik og det pågældende naturfag, da selve bearbejdelsen af resultaterne består i at kunne analysere grafiske billeder.

Som en del af denne effekt er der selve det, at data med datalogningen er gemt:

- Positivt, en del finder det nemmere at samtale om resultaterne bagefter, da resultater er gemt...

Og så ligger der nogle signalværdier for naturfagsundervisningen om at være up-to-date via dataloggerne:

... en del synes alene det, at vi har bevæget os ind i fremtiden eller nærmere nutiden, gør undervisningen mere spændende.

Men ikke alle elever hopper villigt på den mere tekniske brug af dataloggerne:

Nogle står af, bare fordi dataloggeren optræder og foretrækker klart at stå med f.eks. et gammeldags termometer.

Lige såvel som, at der er en fare for, at nogle elever bliver mere optaget af computer og de tekniske muligheder end lige det naturfaglige, som dataloggerne skulle hjælpe med at forstå, hvilket man bl.a. kunne se af følgende elevinterview:

Interviewer: Hvad er det største forskel på at bruge Exploreren og så de gamle ting?

Pige: Det går hurtigere. De er mere elektroniske. De er også sjovere at bruge, fordi de er mere elektroniske.

Endelig skal man også være opmærksom på, at visse elever med særlige behov kan blive påvirket forholdsvist meget af arbejdet med dataloggere, som her med læsesvage elever, der ifølge deres lærer typisk tidligere har fået undermineret deres selvværdsfølelser gennem nederlaget over ikke at kunne lære at læse lige så let som deres (tidligere) kammerater:

Det har været en oplevelse at se, hvorledes læsesvage elever kan lære at stole på sig selv ved at opnå samme resultater og lige så hurtigt, som andre elever.

Som tidligere nævnt i rapporten er dataloggerne ret sårbare, og det kan naturligvis få uheldige konsekvenser for elevernes engagement:

Desværre oplevede eleverne at have problemer med loggerne og derfor at blive lidt irriterede på dem.

Men det gennemgående billede er, at brugen af dataloggere bidrager til mange elevers engagement i naturfagsundervisningen.

Datalogning som led i undervisningen i fysik/kemi og biologi

Indledning

Som vi har set det i det foregående, giver brugen af dataloggere nogle muligheder i naturfagsundervisningen. Men det er ikke brugen af dataloggere i sig selv, der indfrier disse muligheder, men som ved al undervisning er det et spørgsmål om, hvordan eleverne bliver støttet i deres læring gennem interaktioner med lærer og andre resurser. Samtidig bidrager inddragelsen af dataloggere i naturfagene til et løft for elevernes IKT-kompetencer.

Da brugen af dataloggere har karakter af praktiske aktiviteter i undervisningen, bliver det helt centrale spørgsmål det klassiske for naturfagsundervisningen: Hvordan sker der bedst en sammenknytning af praksiserfaringer med udvikling af teoretisk forståelse.

I forlængelse heraf bliver sammenhænge mellem undervisningen før-under-efter brugen af datalogningen meget interessante.

Sammenknytning af teori og praksis

Når en elev for første gang i sit liv prøver at bruge et termometer til at måle temperatur, giver det eleven nogle praksiserfaringer med måleinstrumentet. Men det giver også en mulig indgang til selve temperaturbegrebet. Typisk vil eleven ikke reflektere over, hvorfor man kan måle temperatur på denne måde, for udfordringen vil simpelthen for eleven bestå i at kunne mestre aflæsningen af værdien for temperatur. Eleven vil formodentlig endnu mindre kære sig om, hvad 'temperatur' er, bortset fra, at det har noget at gøre med, om det er varmt eller koldt.

Med udtrykket 'sammenknytning af teori og praksis' henvises der til spørgsmål af typen:

- Hvordan hjælper man eleven til at forstå og opleve erfaringer med de praktiske aktiviteter som eksempler på begreber og teorier? og
- Hvordan hjælper de praktiske erfaringer eleven til at forstå og acceptere faglige begreber og teorier?

Sådanne spørgsmål har både lærerne og vi været opmærksomme på gennem udviklingsarbejderne.

Når eleverne anvender dataloggere og computere til at vise og bearbejde opsamlede data, kunne man frygte, at eleverne kommer endnu mere på afstand af, hvad det faktisk er, der foregår, sammenlignet med en manuel bearbejdning. Dette synes imidlertid ikke at være tilfældet, i hvert fald med de parametre, der har været målt på i projektet. Tværtimod synes der at være en tendens til, at den momentane reaktion på målinger og kurver gennem den opnåede visualisering, har gjort det mere oplagt for eleverne, hvad de var i gang med at måle på.



Figur 18. Læreren giver feedback under udførelsen af 'ironman' aktiviteten, der knytter elevernes oplevelse af egen fysisk udfoldelse sammen med parametre, der er opsamlet af dataloggeren.

I tilfælde af, at data blev gemt til senere analyse, som for eksempel ved måling af elevernes puls under 'Ironman' idrætsaktiviteter, viste der sig heller ingen problemer med at være klar på målingernes indhold. Det er klart i dette tilfælde, at det spillede positivt ind, at det var målinger af elevernes eget 'kød og blod', så selvfølgelig gav det et ejerskabsforhold til de gemte data. Men det var en gennemgående tendens.

'Før-under-efter' analyse af datalogning

Påpegningen af sammenhænge mellem 'før-under-efter' brugen af dataloggere sker for at understrege, at eleverne ikke af sig selv udvikler en teoretisk faglig forståelse af det, de undersøger med datalogningen, se også Bilag 4. Her er interaktionen med læreren helt afgørende. Når elever går i gang med en praktisk aktivitet, har de ofte kun et ret usikkert billede af, hvad de undersøger, og ikke mindst hvorfor.

Under målingerne er der stor forskel på, om eleverne alene tænker på håndteringen af måleinstrumentet, eller om de samtidig er optaget af, hvad de overordnet er i færd med og hvorfor, herunder om de i deres omtale af aktiviteten spontant anvender de relevante faglige begreber. Der er for eksempel stor forskel på disse to svar på, hvad eleven er i færd med: 'Vi måler temperaturen' og 'Vi måler, hvordan temperaturen reagerer på indstrålingen'.

Den anvendte brug af dataloggere strækker sig fra få punktmålinger, hvor der strengt taget ikke er behov for datalogning, til målinger gennem et helt døgn, hvor der virkelig er tale om mængder af data, der opsamles til senere analyse. Det kan derfor synes lidt kunstigt at fremhæve 'før-under-efter' konceptet så meget. Men det er nu erfaringen både fra tidligere arbejde og bekræftet under dette udviklingsarbejde, at disse



Figur 19. Hvordan forbindes elevernes praktiske arbejde med deres begrebsudvikling og teoretiske forståelse i det hele taget?

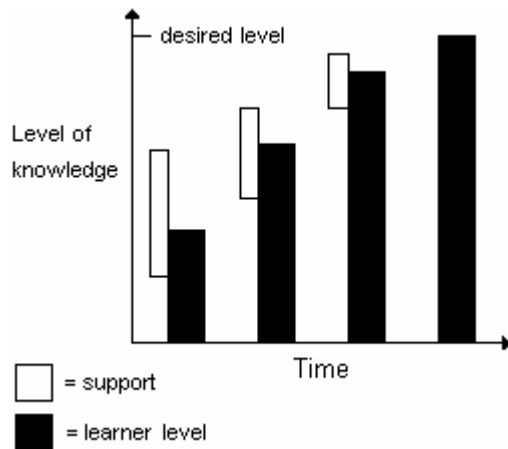
Her er eleverne blandt andet i gang med udvælgelse af planter til plantning i gruppens flaskehaver, der skal danne grundlaget for en lang serie målinger med dataloggere gennem flere uger. Eleverne blev meget optaget af at opstille hypoteser for, hvordan de forventede det ville gå i de forskellige flaskehaver, og hvad der kunne være forklaringen herpå. Selv små nuancer i sprogbrug blandt lærerne kan formodentlig få stor indflydelse på, hvor let eleverne knytter det praktiske og det teoretiske sammen.

sammenhænge dels jævnligt overses i et eller andet omfang, og dels, at forbedringer i håndteringen fra lærerens side giver sig mærkbare udslag i bedre læreprocesser hos eleverne.

I forløbet om flaskehaver blev det en af konklusionerne i lærergruppen, at det ville have hjulpet elevernes forståelse, hvis elevgrupperne fra tid til anden havde fået til opgave at formulere sig om, hvilke konsekvenser deres hypoteser skulle have for deres målinger, hvis de holdt.

Stilladsering / 'Scaffolding'

Stilladsering, som det engelske begreb 'scaffolding' er blevet kaldt, er meget anvendeligt i forbindelse på udvikling af IT-resurser til støtte for elevernes læring. 'Scaffolding' defineres som 'giving support, and thereby gradually fading this support, so that a student becomes self-reliant' (Koos Winnips), se figuren i det følgende.



Figur 20. Grafisk fremstilling af mekanismen i stilladsering: Gennem undervisningsforløbet øges elevens viden (kompetence), og samtidig bør den givne vejledning/support reduceres.

Fra: Koos Winnips, <http://scaffolding.edte.utwente.nl/>

Lad os tage udgangspunkt i ovenstående figur og definition. Den viser simpelthen, at der skal hjælp til at lære noget nyt, men at hjælpen ikke blot bliver mindre nødvendig efterhånden, som eleven tilegner sig det nye, men også, at det er vigtigt, at hjælpen fades ud, så eleven efterhånden oplever at kunne stå på egne ben vedrørende den nye kompetence.

I figur 21 på den følgende side angives en række vigtige aspekter, der bidrager til stilladsering for eleven.

- *Rekruttering:*
Vejlederens evne til at skabe interesse og opmærksomhed for opgaven.
- *Reducering af frihedsgrader:*
Indsnævring af opgavens spændvidde, f.eks. ved opdeling i trin ved opgaveløsningen.
- *Retningsfastholdelse:*
Støtte problemløserens målrettethed og progression i opgaveløsningen, så man ikke bliver hængende i allerede beherskede problemløsningsstrategier.
- *Markering af kritiske træk:*
Synliggørelse af vanskelige trin i opgaveløsningen.
- *Frustrationskontrol:*
At yde problemløseren støtte til at udholde frustration i forbindelse med opgaveløsningen.
- *Demonstration:*
Vise måder at løse problemer på.

Figur 21. Definition af begrebet 'scaffolding' i følge Wood, Bruner & Ross, 76, her efter gengivelse i Christensen (2001).

Mange af disse overordnede aspekter spiller en stor rolle i det følgende kapitel om elev-lærer interaktioner og brugen af dataloggere, idet disse interaktioner netop bør fungere som stilladsering i elevens nærmeste udviklingszone, og dermed bliver helt afgørende.

Integrering af fysik, kemi og biologi

Blandt lærernes tilbagemeldinger efter projektets afslutning var der en del refleksioner over, hvorvidt dataloggerne i sig selv kan være velegnede til tværfaglige forløb. I lærernes besvarelser til det afsluttende spørgeskema faldt lærernes svar på spørgsmålet: "Hvad er dit syn på brugen af dataloggere som et middel til integrering af fysik/kemi med biologi i de store klasser", stort set i to kategorier: Dem som følte, at dataloggerne godt kunne udgøre et middel til at integrere de to fag, og dem som fremhævede, at en sådan integration ikke i sig selv var knyttet til redskaber som dataloggerne.

Blandt lærerne i den første gruppe var der en, som udtalte, at dataloggerne kunne gøre overlap mellem genstandsområder (f.eks. temperatur i hhv. fysik/kemi og biologi) tydelige og perspektivere fagene i forhold til hinanden. Som sådan kunne dataloggerne være et middel til at illustrere fælles fænomener og begreber, som optræder i begge fag, men som man arbejder med forskelligt i de to fag (f.eks. pH i å-vand i forhold til titrering af syre/baser i laboratoriet). En lærer fremhævede især mulighederne for at arbejde sammen omkring kemiske og biologiske forsøg, da der er særlig høj grad af overlap her.

Den anden gruppe af lærerne påpegede, at dataloggerne i sig selv ikke gjorde noget for, at de to fag kunne integreres. Som en af lærerne sagde: "Jeg syntes ikke, at dataloggerne nødvendigvis bidrager til, at fagene fysik/kemi og biologi bliver integreret i de større klasser - Der skal en ændring i tankegangen til hos læreren, måske en større ændring end det at inddrage en datalogger i undervisningen."

Elev-lærer interaktioner og brugen af dataloggere

Spillet med lærerrolle og elevrolle i klassen

Uanset hvilken stil, en lærer har, udvikles der en art 'rollespil' i enhver klasse mellem lærer og elever. I skolen påtager læreren sig sit professionelle image i form af rollen som lærer og spiller lærer, og tilsvarende 'spiller' eleverne elever i skolen. Hvis en af eleverne kender læreren privat, vil elevens og lærerens måde at være på over for hinanden uden for skolesituationen typisk være anderledes. Læreren skal heller ikke blive i lærerrollen over for sine egne børn hjemme, for det passer bestemt ikke til forældrefunktionen, eller rettere 'forældrerollen'.

Lærer-elevrollerne defineres derfor ikke individuelt, men i samspil over for hinanden. Det er umuligt at spille elevrollen uden en lærer, og omvendt. Det har blandt andet at gøre med, at reaktionerne over for hinanden og ikke mindst forventningerne til hinanden indtager en afgørende betydning. Når man som lærer starter med en ukendt klasse, kommer der i starten en lidt anstrengende tid for både en selv som lærer og for eleverne, for man skal have etableret sine roller over for hinanden mere præcist. Dette har selvfølgelig meget at gøre med, hvordan man håndterer 'disciplinen' i klassen. Men det har også meget at gøre med direkte faglige aspekter af, hvor store frihedsgrader eleverne har, når de skal udføre noget arbejde. Det kan være, hvor meget eleverne må prøve at finde deres egen måde at løse opgaver på. Hvor meget må de afvige fra instruktionen fra læreren? Hvor meget må de 'brokke sig', hvis de synes, noget er urimeligt, eller uhensigtsmæssigt? I det hele taget spørgsmål som har relationer til, hvor meget ansvar de selv må påtage sig for undervisningen. Alle disse spørgsmål bliver meget interessante, når nye undervisningsmidler også giver nye muligheder for organisering af undervisningen, sådan som mange lærere har opfattet brugen af dataloggere. Men tilbage til det generelle aspekt af rollespillet.

Når man har haft en klasse længe, vil der være en egen ro over 'rollespillet', fordi man kender hinanden så godt, at man kun sjældent bliver overrasket over 'modpartens' måde at reagere på. Det er både frugtbart og betryggende for begge parter. Harmonien går imidlertid i stykker, hvis den ene part pludselig laver om på sin rolle. Man kan som lærer have en vision om at blive en mere konstruktivistisk tænkende lærer. Når man søger at leve op til det, går det kun gnidningsfrit, hvis man kan give eleverne en klar fornemmelse af, at man med vilje nu ændrer sin måde at være lærer på. Det hænger også sammen med, at når eleverne gives mere frihed, fungerer det kun godt, hvis de samtidigt påtager sig det dermed forbundne større ansvar.

I datalogger-projektet var større eller mindre skift i lærerrollen en mulighed, men ikke en nødvendighed. De muligheder, som nogle lærere så, havde at gøre med dels apparaturets komplicerede natur og dels med de særlige muligheder for selvstændigt arbejde, som det gav mulighed for i form af selvstændige målinger og overvejelser i klassen såvel som ved opsøgende arbejde væk fra klassen. En vurdering af udbyttet af disse tilgange til lærerrollen kan kun ske i forbindelse med et mere generelt syn på læreprocesser og læreren opgave.

Elevernes udbytte, begrebsudvikling og udstyret

Et nyt udstyr som dataloggerne får nemt en dominans i lærernes bekymringer over, hvordan undervisningen bedst lykkes. Der er som tidligere omtalt mange udfordringer forbundet med at beherske udstyret og dets muligheder, som skal overvindes, før læreren føler sig godt tilpas i undervisningssituationen over for eleverne. Trods dette bliver det afgørende spørgsmål, hvorledes undervisningen hjælper eleverne til at få udviklet adækvate begreber og færdigheder inden for det faglige felt.

Som yderpunkter kunne man forestille sig den ene situation, hvor læreren slet ikke får datalogger-udstyret til at fungere, men hvor læreren alligevel formår at få eleverne til at forstå nogle indviklede faglige sammenhænge, som selve tanken med datalogningen satte fokus på. Omvendt kunne man forestille sig en klasse, hvor alt det tekniske med datalogningen går perfekt, men hvor eleverne ikke får hjælp til at sætte målingerne ind i en generaliseret begrebsmæssig sammenhæng, og ikke kommer videre med deres forståelse end på beskrivelsesplanet. Ingen af disse ekstremer har vi set noget til i skolernes arbejde med dataloggere.

Eleverne i de to 8. klasser var ganske positive over for det fælles forløb med flaskehaver og formulerede sig også overvejende positivt under de senere elevinterviews.

I dette forløb blev der lagt meget vægt på deres formuleringer af hypoteser som grundlag for deres målinger af forskellige parametre i flaskehaverne, en fase, som eleverne var meget optaget af og gennemførte meget seriøst efter observatørens vurdering.

Det er derfor ekstra interessant at læse elevernes hypoteser i deres fint udformede 'forskerrapporter'.

Fra en af grupperne lyder hypotesen i rapporten vedrørende flaskehavforsøget relativt summarisk således, se figur 22.

Hypotese:

Vi tror, at vores egen flaskehave, som er referencen, vil klare sig som en af de bedste flaskehaver, fordi den både fik lys og varme, og det gør, at blomsterne og planterne vil klare sig godt. Vi tror den, der vil klare sig dårligst, er den i mørke, fordi den hverken får solens lys eller energi. Og de andre vil klare sig nogenlunde fint.

Figur 22. Den formulerede hypotese om deres flaskehavforsøg i 8. klasse (2 blandede klasser), som den fremgår af en af gruppernes afsluttende rapport.

Hypotesen tager et overordnet syn på alle flaskehaverne under sammenligning og sætter alene fokus på to faktorer under et, lys og varme, som de afgørende. Gruppen forsøger ikke at ræsonnere i forhold til de flaskehaver, hvor blot en af disse faktorer er anderledes. Men omvendt afskærer gruppen ikke sig selv for siden ved vurderingen af forskellige udfald fra de forskellige flaskehavers vilkår at overveje disse. Det gør de dog ikke, idet deres konklusion lyder:

Passede hypotesen? Ja, vores hypotese passede nogenlunde, som vi havde troet, fordi det var den med lys og varme, der klarede sig bedst, og den i mørke, som var en fejlkilde, der klarede sig dårligst.

I en anden gruppes rapport udtrykker eleverne langt mere udviklede hypoteser med årsager om, hvad der vil ske med flaskehaverne under de forskellige betingelser, når de sættes i vinduet (med og uden ekstra gødning) i konstant lys, i konstant mørke og udendørs, hvor det var forventet, at det ville være koldt, som i figur 9:

Hypoteser:

*Flaskehaven i **vinduet** med normalt forhold: kører i en normal cyklus. Den får både lys til fotosyntese og mørke til respiration/ånding; den har det ret godt.*

*Flaskehaven med **konstant lys**: planterne kan blive kvalt da de måske bruger CO₂'en op og ikke har mørke til respiration. Disse planter producerer hele tiden sukkerstof ved fotosyntese, og da den ikke har noget mørke udfører den heller ikke respiration, men den vil godt kunne klare sig.*

*Flaskehaven i **konstant mørke**: har jo ikke noget lys til fotosyntesen og laver altså hele tiden respiration. Den vil nedsætte sin vækst, men den vil nok kunne overleve vores projekt.*

*Flaskehaven i **kulde og varme** (ude): har det okay da den både får lys og mørke; den nedsætter bare sit stofskifte på grund af kulden. Planterne vil overleve, hvis der ikke kommer frost.*

*Flaskehave i **vinduet med gødning**: har det bedst, den har både mørke til respiration, lys til fotosyntese og ingen kulde til nedsætning af dens stofskifte. Planterne her vil vokse mest.*

Figur 23. Formuleringer af hypoteser fra en elevgruppe i 8. klasse vedrørende effekten af forskellige omgivelser på udviklingen i nogle etablerede flaskehaver, sådan som de fremgår af gruppens afsluttende rapport.

Hypoteseformuleringerne, der er gengivet i figur 9 har en fin stil, og rummer nogle gode overvejelser og sammenhænge. Men der er en alvorlig faglig misforståelse: at planternes åndingsproces (respiration) er knyttet til mørke. Respiration foregår hos alle organismer hele tiden, lige så længe de er levende.

Elevernes udarbejdelse af hypoteser havde en central rolle i forløbet med at give mening til de rigtig mange målinger, der foregik over den 22 lektioner lange periode. Forskere – eller som her elever – bruger formulering af hypoteser til at præcisere, hvad det egentlig er, de undersøger. Der er intet forkert i, at forventningen udtrykt gennem en hypotese ikke holder, for det er selve undersøgelsens mål at 'teste' hypotesen. Men de

indgåede begreber skal være brugt i overensstemmelse med god faglig praksis. Det kan man ikke forvente, at eleverne umiddelbart kan leve op til, heller ikke som i dette tilfælde, hvor i hvert fald den ene klasses elever skulle være rimeligt godt rustet til at beherske begreberne fotosyntese og ånding (respiration). Men det åbenbarer, hvor helt afgørende interaktionen mellem elever og lærer i klassen er gennem hele processen.

I første omgang vil elevernes opstilling af hypoteser hjælpe eleverne med at blive mere afklaret over flere faglige pointer, samt om hvad det egentlig er, de vil og kan finde ud af gennem deres forsøgsopstilling. Men i denne proces må læreren i interaktion med eleverne. Hermed kan læreren i nogle tilfælde blive opmærksom på begrænset forståelse af grundlæggende begreber og hjælpe eleverne med at få orden i forståelsen. Udgangspunktet kan med sindsro være, at de færreste elever har en fuldt dækkende og reflekteret opfattelse af centrale begreber. Gennem den nyttige hypoteseopstilling vil begge aspekter blive sat på en prøve mellem elever i gruppen indbyrdes. Gennem lærerens interaktion kan gruppen nå frem til frugtbare formuleringer for det videre arbejde, så dette i hvert fald ikke bygger på afgørende faglige misforståelser.

Dette seneste fremhævede eksempel (figur 9) er ekstra lærerigt, fordi det synes klart, at eleverne har opereret med en for dem selv meningsfyldt forståelse af forskellen mellem fotosyntese og respiration: fotosyntese foregår i lys og respiration i mørke. Dette kan måske være understøttet af talemåder som, at åndingen er 'den omvendte fotosyntese', en talemåde, som man kan være skeptisk over for, om den hjælper eleverne til at forstå respirationens universelle funktion i alt levende.

En mindre afgørende misforstået begrebsanvendelse i elevgruppen er deres formulering om at blive kvalt: "*Flaskehaven med konstant lys: planterne kan blive kvalt, da de måske bruger CO₂'en op og ikke har mørke til respiration.*" Her sættes det at blive kvalt ikke i relation til manglende ilt. Dette er ellers et begreb, der fungerer med samme betydning både i en faglig sammenhæng og i dagligsproget.

Megen forskning i science-undervisning har gennem de seneste 2-3 årtier vist, hvor afgørende det er, at eleverne får lejlighed til at udfolde deres begreber og kombinere dem med konkrete praktiske aspekter, som det er sket i arbejdet med flaskehaver. Samtidig har understregningen af elevernes konstruktion af egen viden som helt afgørende vist, at når det sker i gruppeprocesser gennem stort engagement, så vil eventuelle misforståelser komme til at blive ekstra vanskelige at korrigerer derefter. Dette understreger lærerrollens afgørende indflydelse undervejs i processen og ikke kun som korrigerende ved afslutningen af et forløb.

Selv om der kan være meget hold i følgende lærers opfattelse, så synes ovenstående at understrege vigtigheden af, at de begrebsdannende processer hos eleverne bliver 'forstyrret' af lærerens interaktion:

Jeg tror, at arbejdet med selv at opstille eksperimenter ud fra spørgsmål, man selv vælger at finde svar på, er meget begrebsudviklende. De (eleverne) får forholdsvist let nogle gode tilgængelige og analyserbare data - der er ikke længere så langt fra tanke til handling og resultat.

Det er meget forståeligt, at en lærer ikke kan overkomme at komme i dybden med alle grupperes udførelse af hypoteser i rette tid. Dertil er presset på læreren ofte for stort. Konklusionen fra lærerne i flaskehaveprojektet har derfor været, at man i fremtiden bør afsætte tid i forløbet til i fællesskab i klassen at gå gennem de forskellige hypoteser for at

sikre sig, at der ikke optræder vigtige misforståelser, foruden at være mest muligt med i grupperne undervejs.

Man skal nok i det hele taget være meget fokuseret på, hvordan den teoretiske generelle forståelse kommer frugtbart med i elevernes vurdering af deres tal og kurver.

Denne lærers opfattelse kan derfor være værd at overveje en ekstra gang:

Eleverne kan vise hinanden på skærmen, hvad deres forsøg viste, og dermed 'genskabe' den teoretiske del af forsøget på en visuel måde. Det er muligt at gemme tabellerne og graferne til senere brug - både som aflevering i en rapport eller som fælles gennemgang i klassen.

Tal og kurver er nok for mange elever 'det teoretiske indhold', fordi det er noget andet end 'det praktiske' med apparater og naturen. Men selv nok så fine kurver og tabeller udtrykker ikke noget teoretisk i sig selv i form af begreber og generaliserende teorier. Dertil er sprogliggørelsen nødvendig, herunder anvendelsen af termer for relevante faglige begreber.

Det giver en bedre forståelse for, hvad der sker i forsøgene, f.eks. i forbindelse med induktion ses det mere tydeligt, at magnetens mindste bevægelser skaber induktionsstrøm.

Men stadig må sprogliggørelsen være afgørende for at tolke, hvad 'eleverne let kan se'.

Elevernes frihedsgrader i arbejdet med dataloggere

Der har i forløbene på de forskellige skoler være meget forskel på, hvor frit eleverne har kunnet bruge dataloggerne. Det typiske forløb har været:

1. Eleverne blev først instrueret grunddigt i brugen af både dataopsamlingen og bearbejdningen (visningen) på computeren,
2. Eleverne fik lejlighed til at gennemføre forsøg og undersøgelser efter en (evt. skriftlig) instruktion
3. Eleverne kunne mere frit undersøge lignende forhold efter egne ideer.

Det er naturligvis ikke i alle tilfælde, at fase 3 har været relevant eller i det hele taget inddraget. Der er også den faktor, at der er store forskelle mellem tidsforbruget, fra en dobbeltime til samlet 22 timer i et forløb med flaskehavforsøget.

Nogle lærere lægger meget vægt på elevernes frihedsgrader til at få noget ud af datalogningen:

Selve organiseringen har været i grupper, hvilket den ofte er alligevel. Fokus har måske været lidt mere centreret omkring loggerne, men det er, fordi det er nyt. Man skal som lærer være indstillet på at 'slippe eleverne fri' på egen hånd, for at loggerne kan bruges bedst.

Nogle lærere besynger den fine mulighed for gennem datalogningen at visualisere fysiske og kemiske processer, der evt. blot foregår som lærerdemonstration.

Med til spørgsmålet om elevernes frihedsgrader hører også spørgsmålet om, hvordan læreren kan hjælpe eleverne med alle at få det ønskede ud af det:

Fælles diskussion af resultater kan nogle gange være vanskelig, hvis eleverne har valgt at lave meget forskellige undersøgelser - men hvis det f.eks. gælder en enkel elevs puls under 'Ironman', er alle meget opmærksomme, selv om de ikke der helt har deres 'egne data' med. Det er genialt at kunne smide kurver op på lærred via projektor, så alle ser det samme.

Konklusionen kunne være, at det under alle omstændigheder er vigtigt, at læreren kan fange alle elevers opmærksomhed, så der kan foregå en meningsgivende efterbehandling med læreren som den styrende for læreprocesserne.

Med udgangspunkt i Vygotskijs begreb om barnets 'nærmeste udviklingszone', se tidligere kapitel, bliver lærerens faglige rolle netop forbundet med at hjælpe eleven gennem en stadigt dybere indsigt i faglige teorier og begreber samt deres anvendelse i dagliglivet. Det samme gælder mere færdighedsprægede opgaver. I disse processer vil eleven kunne overtage stadigt mere af problemløsningen og dermed ustandseligt stå over for nye udfordringer. Uden udfordringer, ingen læring, kunne man fristes til at sige. Gennem stilladseringsprocessen vokser elevens kompetence, men samtidig vil der altid være behov for ny eftertænksomhed om teoretiske begreber i nye sammenhænge. Og begreberne behøver ikke at være så komplicerede for, at de tilbagevendende kan fortjene ny eftertænksomhed. En af elevgrupperne omtalte deres flaskehaver som 'referencen' og det er et godt eksempel på et både konkret og abstrakt begreb, der til stadighed kan overvejes og uddybes. Eller hvad med begrebet 'at blive kvalt', dagligsprog med interessante aspekter, når det overvejes i en faglig sammenhæng: kvæle ild, kvæle et menneske, kvæle en fisk ... Giver dataloggermålingerne anledning til at bruge begrebet i den ene sammenhæng, vil sammenligning og eftertænksomhed i andre sammenhænge kunne betyde meget for elevernes anvendelige forståelse af begrebet.

Elevgruppedynamik: samarbejde eller marginalisering

I de fleste undervisningsforløb er arbejdet med dataloggere foregået i elevgrupper. Det er der nogle fordele ved, som det fremgår af denne lærer:

De kommer tættere på hinanden - De er gode til at forklare hinanden, hvordan udstyret virker. Når én har glemt, hvordan man eks. ændrer enhed på x-aksen i Datastudio, er de andre hurtige til at træde til med hjælp.

Gennemførelse af forsøg i fysisk/kemiundervisningen foregår traditionelt i mindre elevgrupper med 2-3 elever. Men så snart kostbart udstyr som dataloggere og computere skal bruges uden for edb-lokalet, tvinges læreren til at organisere arbejdet i større grupper, hvis alle elever skal arbejde med datalogning på én gang.

En lærer har klaret det på følgende vis:

Jeg synes, at det kan være svært at organisere undervisningen på en fornuftig måde - Specielt fordi der ikke er udstyr nok. I enkelte forløb er dette problem dog blevet løst ved at nogle grupper laver målinger med det traditionelle måleudstyr.



Figur 24. Hvor mange elever bør der være i en gruppe for, at der er meningsfulde funktioner for alle, og sådan at alle kan følge med i, hvad 'gruppen' foretager sig?

I udviklingsarbejdet i to klasser er en del arbejde foregået i grupper af 6 elever. Der er almindelig enighed om blandt lærerne, at det giver for store grupper med fare for, at for mange elever i gruppen slet ikke bliver inddraget i det praktiske arbejde med datalogningen. Desuden bliver kommunikationen og læreprocesserne også nemt domineret af få (socialt) stærke elever.

Vi har erfaret, at man må acceptere, at ikke alle laver forsøgene, men at der bliver lavet forsøg, hvor klassen fælles præsenteres for de data, der kommer frem.

Men generelt kan det være svært at tage generel stilling til, som denne lærer er inde på:

Jeg synes, der kan være en positiv og en mindre positiv side ved det. Hvis gruppen fungerer godt, vil det sociale udbytte blive stort, fordi alle vil deltage på lige fod. Hvis gruppen derimod er lidt opdelt, bliver det måske hurtigt de elever, der har styr på det, der tager over, og så bliver der en social opdeling.

Flere aspekter i brugen af gruppeinddeling til datalogning knytter sig til det klassiske spørgsmål: bør vi bruge homogene eller heterogene grupper. Det er lærernes erfaringer ret forskellige med:

Enkelte elever er usikre på, hvordan pc'en anvendes. Når der er mangel på udstyr, bliver de svage elever skubbet i baggrunden. Løsningen er at lave en gruppe for de svage edb-brugere.

Min påstand/tanke: Når der er så lidt udstyr, er det i orden, at de mest ivrige lærer det først. De kan så undervise de andre elever senere. - Pigerne bliver skubbet i baggrunden af drengene. Det er der egentlig ikke noget nyt i. Løsningen er rene pige grupper og drenge grupper.

Noget tilsvarende er denne lærer inde på:

Den udfordring, selv at skulle planlægge eksperimenter efter introduktion af udstyr og faglige begreber og evt. mulige problemstillinger, tages op af alle grupper. Der er fortsat problemer med, at de stærke elever i grupperne tager teten - og det kan være en fordel at sammensætte grupper med fagligt jævnbrydige elever.

I udviklingsarbejdet har der været en særlig dimension inde i sammenligningen mellem klasserne, idet en læseklasse deltog i projektet. Der er her ikke tale om dynamik i grupperne, men mere bredt om de læsesvages elevers mulighed for at udvikle deres hårdt trængte selvrespekt og sociale formåen. Læreren skriver:

Vi oplevede, at læseklassen kunne gå i en fin dialog med en 8. klasse om pH måling - læsesvage elever får mulighed for at være lige så "hurtige".

Det har været en oplevelse at se, hvorledes læsesvage elever kan lære at stole på sig selv ved, at få samme resultater og lige så hurtigt, som andre elever.

Hvor man måske skulle tro, at brugen af dataloggere først og fremmest ville hjælpe de stærke elever til at blive endnu bedre, er der hermed indicier for, at mindre stærke elever kan få bedre vilkår for deres læreprocesser i den sociale kontekst, der altid spiller ind på en klasses udbytte af den planlagte undervisning. Samtidig giver dataloggerens visualiseringsmuligheder tilsvarende disse elever noget mere konkret at forholde sig til i sammenknytningen af målinger og teori.

Punkter til fastholdelse vedrørende integreringen af fysik, kemi og biologi

Hverken brugen af dataloggere eller af andre instrumenter bidrager i sig selv til, at naturundervisningens kvalitet forbedres.

Brugen af dataloggere giver derfor heller ikke i sig selv anledning til integration af fagområder fra biologi, kemi og fysik.

Men brugen af dataloggere har et potentiale til at medvirke til, at elevernes arbejde med konkrete undersøgelser kan bruges til, at de udvikler deres faglige begreber og metodiske forståelse fra de nævnte naturfag, ofte i samspil.

Desuden giver inddragelsen af datalogger-udstyr og efterfølgende bearbejdning af de indsamlede data ganske vidtgående muligheder for elevernes konkrete så vel som mere overordnede og tværgående IKT kompetence.

På de følgende sider opsummeres en række vigtige erfaringer vedrørende brugen af dataloggere i naturfagsundervisningen.

Figur 25. Det faglige indhold er kun et af naturfagsundervisningens omdrejningspunkter. Enhver lærer vil ud fra egne erfaringer lægge vægt på, at en velfungerende atmosfære i klassen er nødvendig for, at man kan komme igennem med sine faglige talenter.



Opsummering vedr. brugen af dataloggere i naturfagsundervisningen

Fordele og ulemper ved brug af dataloggere

Naturfagsundervisning med brug af dataloggere kan opsummeres i følgende potentialer og begrænsninger ifølge projektets erfaringer:

Fordele

- Automatisk registrering af målinger, der gemmes til senere bearbejdning i en computer.
- Fine muligheder for visualiseringer gennem kurveforløb og sammenligning mellem samtidige kurveforløb for forskellige parametre.
- Mulighed for at gemme data og grafer elektronisk til brug i rapporter.
- Mulighed for at se detaljer i målingernes forløb, der ikke er mulige uden 'forstørrelse' af tiden.
- Meget bredt sortiment af målesonder til måling af vidt forskellige fysiske, kemiske og til dels biologiske parametre.
- Er tidsbesparende i undervisningen, når lærerne og eleverne er blevet fortrolige med udstyret.
- Færdighed i anvendelsen af én målesonde kan overføres til anvendelse af de fleste andre målesonder.
- Motiverende for de fleste elever at anvende
- Er let at inddrage i portfolio-anvendelse
- Kan give bidrage til at eleverne udvikler naturfaglige færdigheder og IT-kompetencer.
- Egner sig til fagsamarbejde mellem biologi, fysik/kemi, matematik og andre fag.
- Kan være særligt velegnet til at inkludere elever med læsevanskeligheder i de faglige diskussioner takket være den stærke visuelle præsentationsform, som ikke kræver tal bearbejdning fra elevernes side

Ulemper

- Kostbart udstyr
- Afhængighed af computere
- Skal typisk planlægges i god tid for at sikre tilstrækkeligt med udstyr til en hel klasses arbejde.
- Kræver specielle kompetencer hos læreren
- Er temmelig resursekrævende både økonomisk og tidsmæssigt i opstartsfasen
- Kræver (som anden brug af måleinstrumenter) en oplæringsperiode for eleverne i begyndelsen.
- Nogle målesonder er meget sarte og er let misvisende eller kommer ud af funktion (gælder f.eks. elektroder til måling af ilt i vand)
- Udstyret kræver en del vedligeholdelse

- Kræver installation af relevant program i computerne.
- Svært at holde forskellige gruppers datasæt adskilt ved brug i felten
- På grund af tendensen til at kræve klassen inddelt i større grupper (pga. for få dataloggere) kan man risikere at marginalisere elever, som ikke har nemt ved gruppearbejde.

Bilag 1. Projektbeskrivelse, i uddrag

Projektet ” **Elevernes egne data i naturfagsundervisningen**”

Målgrupper

Fag: Biologi, fysik, kemi på 7.-9. klasetrin i Lyngby-Taarbæk Kommune.

Projektets hovedidé, mål og forventede effekt

Med projektet ” **Elevernes egne data i naturfagsundervisningen**” ønsker vi at udvikle undervisningspraksis på det naturfaglige område i udskoling.

I klare mål er beskrevet hvorledes eleverne i undervisningen skal arbejde med ”*hensigtsmæssige instrumenter og laboratorieudstyr, f.eks. feltudstyr og data-loggere*”. Skolerne i Lyngby-Taarbæk Kommune har i 2002 indkøbt dataloggere til hver skole som alle kan benyttes som selvstændige enheder eller kobles til computer for videre databehandling. Indførelsen af biologi på niende klasetrin sætter fokus på muligheden for et tættere samarbejde mellem fysik/kemi og biologi. Vi vil med projektet fokusere på, hvilken betydning elektronisk indsamling af egne data i undervisningen vil få for såvel lærerens undervisningspraksis som elevernes tilhørsforhold til de to fag.

Vores tese er, at eleverne opnår større ejerskab, interesse og engagement i naturfagene, hvis undervisningen tager udgangspunkt i de data, eleverne selv har indsamlet, systematiseret og tolket frem for at undervisningen tager udgangspunkt i eksisterende teorier og begreber. Forskerne har særlig fokus på dette felt.

Lærergruppen udvikler gennem brainstorm og inspirationsmøder eksemplariske forløbsbeskrivelser og vejledninger, som alle tager udgangspunkt i data som eleverne selv har skabt med de digitale måleapparater.

Lærerne arbejder i netværk på tværs af skolerne.

Målingerne analyseres, behandles og præsenteres vha. IT. Der skal udvikles idéer til små undervisningsforløb, og søges at give et bud på hvordan den ene time biologi på niende klasetrin fra 2005 kan integreres i naturfagsundervisningen.

Det er tanken at projektet kan samarbejde med ITMF projekt 442 www.netognatur.dk, hvor elevernes målinger kan indgå i en fælles database og dermed give mulighed for at trække på et fælles vidensnetværk, med mulighed for sammenligning af data i et større perspektiv (eks. Til undersøgelse af temp. forskelle over en længere periode).

Intern projektevaluering foretages med/af forskningsenheden. I hvilket omfang bliver projektets tese bekræftet. De afsatte midler til formidling anvendes til artikler i relevante faglige tidsskrifter.

Bilag 2. Interviewguide til fokusgruppesessioner: Elevs forestillinger om brug af datalogning i naturfags- undervisningen.

Søren Breiting
27.5.2003
1. udkast.

ITMF Lyngby-Taarbæk: Datalogning.

Fokusgruppe guide

Lidt indledende forklaring om, at jeg er her for at snakke med eleverne om deres baggrund og ideer til at bruge computere i fysik/kemi og i biologiundervisningen direkte i forbindelse med undersøgelser og eksperimenter ved hjælp af det, der kaldes datalogning.

1.
Navnerunde med mikrofonen gående rundt og opsætning af navneskilt foran hver elev.
2.
Hvem af jer er vant til at bruge computer hjemme og i skolen? (indledende)
3.
Har I prøvet i biologi eller fysik/kemi (eller i natur/teknik) at lave undersøgelser eller eksperimenter, hvor i mange gange efter hinanden skulle måle det samme?
4.
Hvordan synes I det ville være, hvis man kunne lave den aflæsning automatisk og få det gemt i en computer?
5.
Hvad kunne I forestille jer, man kunne bruge en mængde af den slags data til i computeren?
6.
Lad os prøve at se, hvor mange ting vi kan komme frem til, hvor man kan bruge en computer til at gemme mange ting, der automatisk er blevet målt?
7.
En af de ting, man kan måle er pulsen i kroppen. Og man behøver ikke at have ledninger hen til computeren.
Har I nogen ideer til, hvad man kunne undersøge på den måde?
- 8.

Vi skal også have et rent fysisk spørgsmål med.

9.

Lad os forestille os, at vi som led i et miljøprojekt vil bygge en solvandvarmer. Man laver en flamingokasse og lægger en vandslange ind med nogle spiraler af den i midten sådan at der kan strømme vand langsomt igennem den.

Så skal vi have modellen afprøvet, for at se om den virker.

Vi sætter den ud i solen, som vi regner med den skal placeres.

Og så skal vi måle temperaturen på vandet, for at se om den virker.

Hvad vil være bedst: at måle temperaturen f.eks. hvert 10 min med et termometer og skrive det ned, ind til temperaturen ikke stiger mere, eller at bruge dataloggeren og få temperaturen målt automatisk og gemme målingerne i computeren?

10.

Hvad har I ellers af gode ideer til, hvad man kan bruge datalogning til i undervisningen, og har I overhovedet lyst til at prøve at bruge det?

Bilag 3. Spørgeskema til lærere vedr. deres erfaringer

Kære deltager i ITMF projekt 506

Følgende er et spørgeskema til opsamling af dine erfaringer med brug af dataloggere i undervisningen. Ved at trykke på pilene i bunden af siden kan du bevæge dig frem og tilbage i skemaet. På den sidste side er der en knap, hvor der står "send". Din besvarelse sendes først, når du har trykket på denne knap og derefter vil du ikke længere kunne rette i din besvarelse.

Når du har sendt skemaet, behøver du ikke at foretage dig mere.

Du skal være opmærksomme på, at de svar, du afgiver desværre ikke kan blive anonyme, da vi gerne vil have konkrete oplysninger fra de enkelte forløb. Til gengæld garanterer vi, at din besvarelse ikke vil blive set af andre end Claus Herbert, Kristian Brønd og os. De citater, vi vælger at benytte i de efterfølgende rapporter, vil naturligvis blive anonymiseret.

Vi takker på forhånd for jeres svar,

Med venlig hilsen

Søren Breiting og Jan Sølberg
Danmarks Pædagogiske Universitet

Navn

Skole eller institution

Køn

Mand

Kvinde

Alder

Antal år som fungerende lærer

Jeg foretrækker generelt at undervise i følgende naturfag

	Helt enig	Enig	Uenig	Helt uenig
en rutineret lærer i fysik/kemi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
en rutineret lærer i biologi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
en rutineret lærer i geografi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
en rutineret lærer i natur/teknik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
erfaren med hensyn til brug af computere i forbindelse med naturfagsundervisning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
erfaren med hensyn til brug af dataloggere i forbindelse med naturfagsundervisning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kommentarer til ovenstående:

Hvordan påvirker arbejdet med dataloggerne din måde at organisere din naturfagsundervisning?

Hvordan påvirker brugen af dataloggere forskellige elevers engagement i naturfagsundervisningen?

Hvordan kan dataloggerne være med til at gøre naturfaglige begreber tilgængelig for de forskellige elever?

Hvordan påvirker brugen af dataloggere de forskellige elevers faglige udbytte af undervisningen?

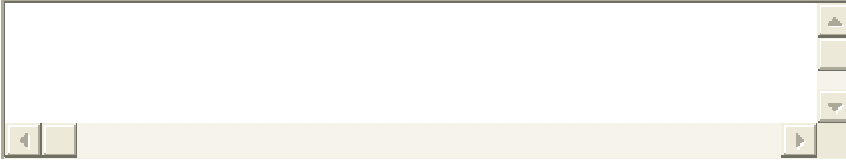
Beskriv elevernes forskellige opfattelser af arbejdet med dataloggerne i forhold til at bruge andre måleinstrumenter?

Beskriv hvordan dataloggerne har hjulpet med at give eleverne "deres egne data"?

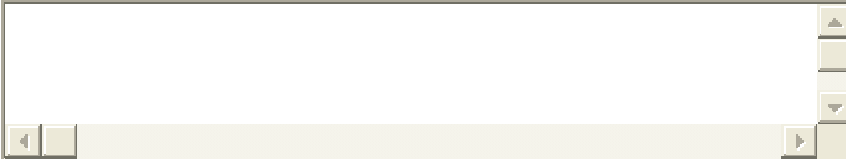
Hvad er dit syn på brugen af dataloggere som et middel til integrering af fysik/kemi med biologi i de store klasser?

Hvordan påvirker brugen af dataloggere de forskellige elevers sociale udbytte af undervisningen?

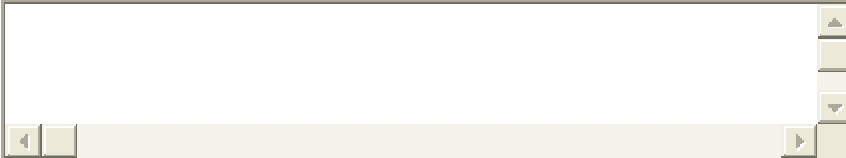
Hvad har været godt ved at bruge dataloggere i undervisningen?



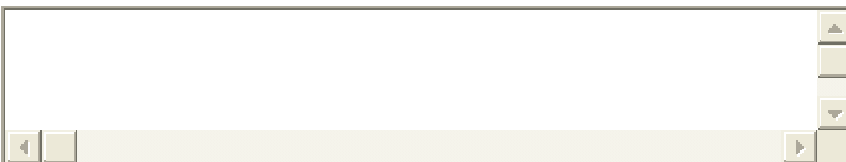
Hvad har været problematisk ved at bruge dataloggerne i undervisningen?



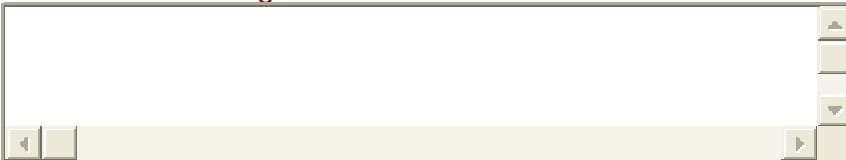
Hvad er de vigtigste overvejelser/forbehold man bør være opmærksom på, når vælger at begynde at bruge dataloggere i sin undervisning?



Har din deltagelse i projektet ændret dit syn på naturfagsundervisningen og i givet fald hvordan?



Andre bemærkninger?



Tusind tak for dit svar og tak for et godt samarbejde.

Vær venlig at sende dit svar nu ved at trykke på "finish" knappen nederst på siden.

Bilag 4. Eksempel på forskerfeedback til lærergruppen

Danmarks Pædagogiske Universitet
Institut for Curriculumforskning.
Søren Breiting
breiting@dpu.dk

30.9.03

Vedrørende ITMF projekt 506 Datalogning i naturfagsundervisningen

Kære deltagere.

Hermed nogle aspekter til overvejelse før og efter mødet i morgen.

Naturligt nok har fokus ind til nu været på det tekniske udstyr, og hvordan det kan bruges i undervisningen, herunder udvikling af undervisningsplaner.

I forlængelse heraf er der nogle ting, der altid er værd at tage med i jeres planlægning, som jeg hermed minder jer om.

Enhver praktisk aktivitet kan anskues på følgende måde, som giver et godt overblik over, hvad det er værd at være opmærksomme på:

Før Aktiviteten > AKTIVITETEN > Efter Aktiviteten >

Det har at gøre med, at de fleste praktiske aktiviteter har en tendens til at leve deres eget liv i elevernes erindring om undervisningen.

Det er fint, at eleverne har forholdsvis let ved at huske tilbage på en praktisk aktivitet, fordi den optræder som en 'klump' i erindringen, men det er også vigtigt, at eleverne 'automatisk' tænker aktiviteten sammen med det, der skete før og efter aktiviteten. Herved kan eleverne få det optimale ud af den samlede undervisning.

Disse forhold har meget at gøre med aktivitetens potentiale for at støtte elevernes faglige begrebsudvikling.

Før aktiviteten

Før aktiviteten kan vi aktivere elevernes forestillinger om det, aktiviteten skal angå, og stimulere deres forestillinger om resultatet af aktiviteten.

Dette er sikkert vigtigt for aktiviteter, hvad enten de er mere eller mindre designet af eleverne eller af læreren.

Hvad mon målingen vil vise? 'Jeg tror, at temperaturen vil være lavest, hvis det bliver snevejr!'. 'Jeg tror, det bliver koldest i blæsevejr!' 'Jeg tror slet ikke, vi kan regne med det, den måler!' eller hvad eleverne nu måtte mene, før logning af udendørs temperatur i jordoverfladen begynder.

Hvad er det helt præcist, vi gerne vil måle? I ovenstående eksempel: er det jordens overfladetemperatur? Eller er det luften lige over jordoverfladen? Og hvad vil det sige, at vi måler temperaturen i skyggen i forhold til at måle 'temperaturen i solen', hvilket normalt ikke er meningsfyldt,

fordi det så længere er temperaturen i noget, der måles, men snarere virkningen af solens stråler på selve termometeret.

Selve formålet med datalogningen må også være klart for alle elever (hvilket det ofte ikke vil være, andet end på et meget overfladisk niveau: vi skal se, hvad der sker med temperaturen når vi måler?). Dvs. at vi også kan overveje, hvad vil vi være klogere på, når vi har lavet undersøgelsen, hvis ellers alt går, som vi har tænkt os med det tekniske?

Det allervigtigste før aktiviteten er nok, at hjælpe eleverne til at aktivere nogle relevante faglige begreber, som kan være med til at 'farve' den måde de opfatter undersøgelsen på.

Hvis vi stadig bliver i temperatureksemplet, så kan begrebet 'udstråling' sikkert være meget relevant, og det at knytte det til, at luft ikke kan varmes op direkte, men at varmeoverførelsen kun vil kunne ske gennem overførsel fra faste overflader, som jord, beton, husmure etc. Også her kan man bidrage til at aktivere elevernes tidligere erfaringer.

Under aktiviteten

Der er nok en tendens til, at eleverne opfatter at alt sker automatisk via logningen. Men det er vigtigt at være opmærksom på, om der er ting i omgivelserne, der skal holdes øje med eller registreres undervejs på mere traditionel vis. Også dette bliver en del af 'Før Aktiviteten' selv om det foretages under aktiviteten.

I temperatureksemplet kunne man forestille sig, at man skulle checke om der blev skygget fra træer i perioder eller lign. Eller at man skulle holde øje med andre aspekter af vejret.

Der er sikkert mange andre forhold, som i visse tilfælde kan være afgørende at holde øje med under datalogningen, som ellers går tabt.

Efter aktiviteten

Her ser vi oplagt på: Hvilke data har vi? Er det dem vi havde planlagt at få samlet?

Hvordan ser de ud i forhold til vore forventninger?

Hvordan kan vi bearbejde dem for at få bedre overblik over vore data med henblik på at kunne konkludere og dermed få nogle resultater?

Hvad har vi fundet ud af i forhold til vore oprindelige forventninger?

Hvordan kan resultaterne beskrives i ord med brug af de relevante fagbegreber?

Hvis en anden klasse skulle lave disse målinger, hvad skulle eleverne så helst vide forinden, for at få mest muligt ud af undersøgelsen? (metakognition for herværende klasse).

Jer er sikker på, at I selv kan føje flere aspekter til, som vil øge kvaliteten af elevernes arbejde med dataloggere, foruden de konkretiseringer, som passer til jeres egne planer.

Bedste hilsener
Søren

Referencer og nyttig litteratur

- Barton, R. (1997). "How do computers affect graphical interpretation?" *School Science Review* 79 (287): 55-60.
- Bjørnshave, Inge & Jørgen Christiansen (2001). Scaffolding/Stilladsring – en metafor inden for læringsteorien. I *Dansk Pædagogisk Tidsskrift* nr. 1, 2001. Se også Christensen 2001.
- Bryderup, Inge, Krystyna Kowalski, Ulf Brinkkjær, John Krejsler (2003). Integration af IT i folkeskolens undervisning, Danmarks Pædagogiske Universitet, 2003
- Birgitte Holm Sørensen og Birgitte R. Olesen (red.) (2000). *Børn i en digital kultur: forskningsperspektiver*, Gad,.
- Breiting, Søren og Finn Mogensen (2003): *Biologiundervisningens situation i folkeskolen og dens mulige fremtid*. Kaskelot Pædagogisk Særnummer 2003. Biologforbundet. Hammel.
- Breiting, Søren & Jan Sølberg (2004). *Udvikling af et lokalt websted til natur/teknik: NetOgNatur.dk*. Danmarks Pædagogiske Universitet. København.
- Brønd, Kristian (2004). Projekt rapport for ITMF-projekt nr. 442 *Naturressurser på nettet*, Lyngby-Taarbæk Kommune.
- Jørgen Christiansen (2001). Scaffolding/Stilladsring – en metafor inden for læringsteorien. Online på: <http://homepage.holsem.dk/jch/Scaffoldingmetaforen.htm>
- Morgan D.L. og Kreuger R.A. (1993). 'When to use focus groups and why' in Morgan D.L. (Ed.) *Successful Focus Groups*. London: Sage.
- Newton, L. R. (1997). "Graph talk: some observations and reflections on student's data-logging." *School Science Review* 79(287): 50-51.
- Newton, L. R. (2000). "Data-logging in practical science: research and reality." *International Journal of Science Education* 22(12): 1247-1259.
- Powell R.A. and Single H.M. (1996). 'Focus groups', *International Journal of Quality in Health Care* 8 (5): 499-504
- Rogers, L. (1997). "New data-logging tools - new investigations." *School Science Review* 79(287): 61-68.
- Rogers, L. og P. Wild (1996). "Data-logging: effects on practical science." *Journal of Computer Assisted Learning*(12): 130-145.
- Sørensen, Helene. IT-integration i fysik/kemi-undervisningen. Online publikation på <http://www.uvm.dk/fsa/janus/eks/218/dok.htm>
- Vygotskij, L. S. (1974). *Tænkning og sprog*. Hans Reitzels Forlag. København.
- Watson, R. (2000). *The Role of Practical Work. Good Practice in Science Teaching, What research has to say*. M. Monk and J. Osborne. Buckingham, UK, Open University Press: 57-71.
- Wood D., Bruner J. og Ross G. (1976). *The Role of Tutoring in Problem Solving*. *Journal of Child Psychology*, no. 17

Nærværende publikation beretter om et antal skolers arbejde med, hvordan mere avanceret dataopsamlingsudstyr kan fremme elevernes udbytte af naturfagsundervisningen.

Både i fysik/kemi- og i biologiundervisningen er elevernes egne undersøgelser og eksperimenter traditionelt en vigtig del af undervisningen. I nogle tilfælde gennemfører de 'køgebogsforsøg'. I andre situationer får de lejlighed til at planlægge og gennemføre deres egne undersøgelser. I alle tilfælde indsamler de data som grundlag for deres konklusioner og forståelse af naturfænomenerne. Disse situationer adskiller sig meget fra situationer, hvor eleverne ikke arbejder med deres egne data, men med data og kurver fra skolebøger og andre kilder.

Ved datalogning får eleverne imidlertid mulighed for at opsamle store antal målinger om så forskellige fænomener som deres eget pulsslag eller pH i væsker alt afhængig af, hvad deres undersøgelse er møntet på. Dette giver fantastiske muligheder for at sammenstille og analysere sådanne data på forskellige måder. Umiddelbart giver det også mulighed for gode visualiseringer, og alle data gemmes automatisk.

Disse muligheder har været undersøgt i en mangfoldighed af undervisningsforløb for at finde frem til potentialer og faldgruber, som hermed fremlægges.

Brugen af dataloggere på 8.-9. klassetrin i biologi og fysik/kemi er samtidig blevet brugt som en anledning til at udvikle mere fagsamarbejde mellem disse fag som forberedelse til den kommende fælles undervisning og prøve i 9. klasse. Hermed får udviklingsarbejdet et videre meget aktuelt perspektiv.

Nærværende forskningsrapport tager i let tilgængelig form disse interessante aspekter op af udviklingsarbejdet 'Elevernes egne data i naturfagsundervisningen', som er blevet gennemført af Lyngby-Taarbæk Kommune med deltagelse af 4 skoler samt Rådvad Naturskole.

Rapporten ser ikke blot nøgternt på aktiviteterne i projektet, men giver en række nyttige, konkrete råd og overvejelser til det videre arbejde med udviklingen af naturfagsundervisningen og dens anvendelse af computere (IKT).

Forskningen er udført af Søren Breiting og Jan Sølberg, Institut for Curriculumforskning, Danmarks Pædagogiske Universitet, og projektet er støttet af Undervisningsministeriet