

Virtex

Virtuelle Fysikeksperimenter for Gymnasiet

Signe Skovmand, Jens Dørup

Masterspeciale ved uddannelsen: Master i IKT og læring

Afleveret: 26. maj 2005

Vejleder: Oluf Danielsen

At lære er at famle i mørket, blind og stum,
at sprænge eller samle sit eget verdensrum,
at vække det, der sover, og gøre tanken fri,
at se en himmel over hver drøm, man lever i.

Halldan Rasmussen

Om Forsiden

Bladet konstrueres både af det nære miljø og af den sociale arv. Fra luften kommer kulstof, til bladets stillads. Ad krogede veje føres vand og næring fra roden og stammen. Bladet er lavet af 100.000.000 små celler, som tilsammen udgør ét strukturelt og funktionelt system. Ved bladets opbygning afgives ilt, som er grundlag for alle dyrs liv. Bladet er et individ, men giver først rigtig mening i samspillet med andre. Uden jordforbindelsen dør det hurtigt. Det indgår i en cyklus, som er i balance gennem millioner af år.

Virtex

Virtuelle Fysikeksperimenter for Gymnasiet

Signe Skovmand, Jens Dørup

Masterspeciale ved uddannelsen: Master i IKT og læring

Afleveret: 26. maj 2005

Vejleder: Oluf Danielsen

Indholdsfortegnelse

Indholdsfortegnelse	5
Forord.....	6
English summary.....	9
Indledning.....	11
Afgrensning og prioritering af fokus.....	13
Hvad afleveres	14
Teori.....	15
Konstruktivisme.....	15
Piaget.....	16
Informationsbehandlingsteori.....	16
Radikal konstruktivisme.....	19
Socialkonstruktivisme/socialkonstruktionisme.....	20
Fysikdidaktik.....	21
Dramaturgi og spil.....	30
Forundersøgelse.....	31
Andre lignende materialer.....	31
Fysikshow.....	32
Videoptagelse.....	33
Fysikshowet, dialog, repræsentationsformer og autenticitet.....	33
En sekvens fra fysikshowet set gennem berettermodellen.....	36
Interview.....	43
Interviewanalyse med lærer.....	43
Produkt.....	45
Beskrivelse af produktet.....	45
Udvikling af objekter.....	46
Anvendte Programmer.....	49
Fremstilling af Flash animationer.....	52
Virtex portalen.....	53
Oplæg til projektforsøg om Brintsamfundet.....	53
Analyse af produktet.....	58
Konklusioner og perspektivering.....	59
Teorien og empirien.....	59
Det virtuelle læringsprodukt.....	62
Hvad så nu?.....	65
Litteratur.....	68
Bilag.....	70
I. Interviewguide til interview med underviser (U).....	71
II. Interviewguide til interview med elever.....	72
III. Interview: Transskription.....	73
IV. Filtyper – her kaldet primitiver – som indgår i produktet.....	96
V. Et eksempel på HTML kode indeholdende JavaScript til at indlejre og kontrollere en flash animation (Br-Celle.swf).....	97
VI. Kondenseret udgave af James Paul Gee’s 36 lærings-principper om hvordan man kan lære via computerspil:.....	100
VII. Vejledning til projekt: <i>Brintsamfundet: Evig energi?</i>	102
VIII. Virtex hjemmesiden på www.intermed.dk/virtex	103
IX. Links til videoklip på Virtex hjemmesiden på www.intermed.dk/virtex/video	104
X. Prototype til Virtex Portalen, Maj 2005.....	105
XI. At lære er at ville.....	106

Forord

Idéen til Virtex projektet stammer fra en gruppe gymnasielærere i Viborg amt, som har haft et ønske om at forbedre fysikundervisningen gennem inddragelsen af virtuelle eksperimenter.

Vi skylder stor tak til fysiklærer og pædagogisk konsulent Bjarning Grøn fra Viborg Katedralskole og Amtscentret for Undervisning i Viborg amt, for hans smittende begejstring og for de mange gode og konstruktive idéer, som han har bidraget til projektet med.

Fysikshowet ved Institut for Fysik og Astronomi ved Aarhus Universitet, og Mikkel Bo Nielsen og Karsten Handrup takker vi, fordi vi fik lov at optage deres fantastiske og inspirerende show.

Amtscentret for Undervisning i Viborg amt har velvilligt stillet brintbiler og andre vigtige materialer til rådighed for projektet.

PhD studerende Søren Christensen fra Aarhus Universitet har givet værdifuld hjælp ved videooptagelse, klipning og ved fremstillingen af flash animationer.

Vores vejleder, lektor Oluf Danielsen fra Roskilde Universitetscenter, skal have stor tak for hjælpen med at få hold på vores mange flyvske idéer og for opmuntring og konstruktiv(istisk) kritik.

Ikke mindst takker vi eleverne i 1. y på Bjerringbro Gymnasium. Uden deres velvillige medvirken både i Fysikshowet, og i projektarbejdet havde Virtex projektet aldrig fået den altafgørende kontakt til den virkelige verdens undervisning og læring.

Desuden takkes vores familier for overbærenhed og støtte gennem hele MIL-uddannelsen.



Rapporten omfatter ca. 112000 tegn svarende til 47 sider.

Rapporten vedlægges et produkt i form af én data DVD og én video DVD.

Dette speciale er resultatet af en kollaborativ proces.

Jens har haft hovedansvar for følgende afsnit:

Teori:	Dramaturgi og spil
Forundersøgelse:	En sekvens fra fysikshowet.. Interview Interviewanalyse Videoptagelse
Produkt:	Beskrivelse af produktet Udvikling af objekter Anvendte programmer Fremstilling af Flash animationer Virtex portalen

Desuden har Jens haft ansvaret for den praktiske udvikling af produktet.

Signe har haft hovedansvar for følgende afsnit:

Teori:	Konstruktivisme Piaget Informationsbehandlingsteori Radikal konstruktivisme Socialkonstruktivismen/socialkonstruktionisme Fysikdidaktik
Forundersøgelse:	Andre lignende materialer Fysikshow Fysikshowet, repræsentationer, dialog og autenticitet
Produkt:	Oplæg til projektforsøg om brintsamfundet Analyse af produktet

Indledning, perspektivering samt planlægning af produktet har været et fælles ansvar.

English summary

The Virtex project was conducted during the spring of 2005 as a master project under the *Master in ICT and Learning* education in Denmark.

The aim of the project was to clarify “How a virtual learning product can be designed to function as an effective supplement to existing physics teaching in the first year of the Danish gymnasium”

The theoretical framework for the project was the constructivist idea as originally developed and proposed by Jean Piaget (mental constructivism) and Lev S. Vygotsky (social constructivism) and further developed and refined by David P. Ausubel and others.

In the Scandinavian perspective the project was inspired by earlier work on implementing the constructivist ideas in physics teaching by Svein Sjöberg, Henry Nielsen, Albert Paulsen, Poul V Thomsen and others and by a more recent work done as a PhD thesis by Jens Dolin.

Before starting the development of the learning product we conducted an interview with a teacher who was experienced in the use of virtual teaching materials in physics.

In addition we video-recorded a two hour session of the *Physics Show* – a kaleidoscopic series of experiments actively involving several pupils in a 1st year gymnasium class. The *Physics Show* is provided by university students from the institute of Physics and Astronomy at the University of Aarhus.

Inspired by results of the interview and analysis of the video recordings we decided to produce a number of small learning objects in the form of flash animations, small video clips, quizzes, dedicated JavaScript calculators and more. Moreover, we drew the plans for construction of a web portal for organization of learning objects in physics and we constructed a prototype for this portal.

The idea was to create a product that could be used in different ways by either teacher or pupils. The teacher should be able to pick out a few learning objects from the product and use them in his or her own teaching context. The pupils should be able to use the portal as a supplement to the usual learning materials. We especially wanted the portal to of benefit for the pupils when they would be working with a project on their own or in groups, a situation where the teacher might not be available at short notice.

To test the use of the learning materials we designed a small project work on the *Hydrogen Society* and tested this in a gymnasium class. In this project we tried to implement constructivist teaching

principles by allowing the pupils work with many different kinds of materials in addition to the virtual learning objects. The pupils were allowed to break apart some materials (e.g. a small electromotor) to study induction, magnetism and more.

In the analysis of the product and its use we conclude that narrative elements may be effectively involved in design of virtual learning materials. However, in the design process, the active involvement of learners must always be kept in mind.

We conclude that the product and the principles laid down in the project may serve as a basis for further work with virtual physics experiments.

Indledning

En vigtig baggrund for nærværende projekt er troen på, at man ved hjælp af virtuelle fysikeksperimenter kan bidrage til og understøtte læringen i fysik. At praktiske eksperimenter er væsentlige i forbindelse med både forskning og undervisning indenfor naturfag, ligger dybt forankret i selve fagenes natur, sådan at man gennem anvendelsen af eksperimenter i undervisningen kan medvirke til at bringe elever/studerende i kontakt med forskningen (Hansen et al., 1993). Et centralt problem i forhold til fysik er, at mange naturvidenskabelige mekanismer og funktioner ikke er direkte synlige. Mange elementer er for små eller for store, for hurtige eller for langsomme, for komplekse eller for abstrakte. For forskere på højere niveauer er abstrakt tænkning helt afgørende, men i gymnasiet er det tilsvarende vigtigt at nærme sig emnerne ud fra en kendt vinkel. Mange gymnasieelever har svært ved at forstå tegninger, formler og tekster, som er abstrakte i den forstand, at de ikke direkte har relation til noget, de kender i forvejen. Den klassiske tilgang til abstrakte problemer har været at lave skitser i lærebogen til illustration af de fysiske love og i relation hertil at præsentere eleverne for de matematiske formler, som beskriver sammenhænge mellem de fysiske størrelser. Et eksempel kunne være Ohms lov, der som bekendt beskriver sammenhængen mellem strømstyrke, spændingsforskel og resistans. Det kan være overkommeligt at lære Ohms lov og at udføre regneeksempler med den, men en dybere forståelse af hvad strøm er, forudsætter et mere omfattende arbejde med mange praktiske eksempler. Her spiller eksperimenter en stor rolle i forhold til at bringe eleverne i forståelsesmæssig kontakt med den fysiske omverden.

Diskussionen af afstanden mellem den abstrakte fysik og elevernes hverdagsforestillinger om fysik har været ført både nationalt og internationalt, og der findes omfattende naturfagsdidaktisk forskning på dette område. Se ((Nielsen & Paulsen, 1992) for en oversigt som blandt andet henviser til David P. Ausubels begreb *meningsfuld læring*.

Resultaterne af den pædagogiske forskning omkring naturfagsdidaktikken har medført store forandringer af fysikundervisningen i gymnasiet. Selvom den konstruktivistiske idé fortolkes meget forskelligt af forskellige forskere, hersker der alligevel udbredt enighed om, at eleverne skal være aktive i undervisningen, og at fysikundervisning på et rent abstrakt grundlag, med udgangspunkt i formler og love, netop kan medføre to adskilte forståelser for verden hos eleverne.

I Virtex projektet har vi taget udgangspunkt i den konstruktivistiske idé, og vi har studeret konstruktivismen i dens naturfagsdidaktiske anvendelse. Dette har været gjort før, også i Danmark, hvilket ikke mindst Jens Dolins PhD arbejde fra 2002 er et godt eksempel på. Hvad der imidlertid er nyt i det aktuelle arbejde, er forsøget på at indkredse, hvorledes virtuelle læringsobjekter kan sættes i spil i fysikundervisningen i danske gymnasier. Hvor er der muligheder for at gøre undervisningen bedre, og hvor ligger der eventuelle problemer eller vanskeligheder?

Virtuelle eksperimenter kan betragtes som simulationer. En simulation har til formål at illustrere en del af virkeligheden på en måde, som tillader at man opererer med den, uden at det rigtigt er *alvor*. Som anden virtuel undervisning tillader virtuelle eksperimenter, at den lærende gøres mere uafhængig af tid og sted. Eksperimenterne kan gennemføres så ofte det ønskes uden ekstra omkostninger i form af tid og materialer. Det virtuelle eksperiment kan efter behag stoppes på et punkt, som eventuelt er særligt vanskeligt at forstå, eller hvor det virkelige eksperiment ville udvikle sig meget hurtigt. På grund af sikkerhedsmæssige hensyn er fysiklaboratoriet i skolen normalt aflåst udenfor timerne, visse eksperimenter er teknisk vanskelige at udføre og måske er der ikke tilgang til undervisningsmaterialer, som på en effektiv måde kan illustrere en problemstilling. Et andet forhold af betydning for virkelige eksperimenter er, at de af praktiske grunde ofte må udføres for hele klassen samtidigt, eller de må udføres som gruppearbejde. Virtuelle eksperimenter giver bedre muligheder for tilpasning til brug individuelt, i grupper, eller for hele klassen afhængigt af sammenhængen.

Der er andre end os, som har arbejdet med virtuelle eksperimenter i fysikundervisning. Physletter er små interaktive fysikanimationer, som er skrevet i programmeringssproget Java, og som kan afvikles via en webbrowser. Principperne er udviklet på Davidson College af Wolfgang Christian (<http://webphysics.davidson.edu/applets/applets.html>). Hovedtanken bag physletterne er, at de skal facilitere opgaveløsning. Se forundersøgelsesafsnittet for lidt nøjere beskrivelse af physletter.

Det var en vigtig motiverende faktor i nærværende projekt at forsøge at indkredse problemstillinger af typen:

1. Duer virtuelle eksperimenter overhoved til noget?
2. Hvis de har læringsmæssig værdi, hvor og hvordan kan de så bedst benyttes?
3. Hvor svært, dyrt og kompliceret er det at fremstille virtuelle fysikeksperimenter?

4. Kan det lade sig gøre at integrere virtuelle eksperimenter i øvrige undervisnings- og læringsaktiviteter i fysik?
5. Vil det, ud fra en konstruktivistisk læringsopfattelse, være muligt at støtte aktiv læring ved hjælp af virtuelle eksperimenter, eller vil eksperimenterne i stedet kunne risikere at cementere en positivistiske eller empiristisk læringsopfattelse?
6. Og, skulle det vise sig at virtuelle eksperimenter kan være gode og nyttige, hvordan kan man så få travle fysiklærere til at interessere sig for dem?

Ud fra de nævnte spørgsmål, men uden en ambition om at belyse eller besvare alle aspekter af de motiverende spørgsmål, er vi nået frem til følgende problemformulering:

Hvordan kan man designe et virtuelt læringsprodukt så det kan fungere som et effektivt supplement til den eksisterende fysikundervisning i Fysik C i gymnasiet

Afgrænsning og prioritering af fokus

Spørgsmålene som nævnes herover, har vi vurderet som væsentlige, men også som meget generelle og vi forsøger ikke at behandle dem alle i nærværende arbejde. Vores fokus har været på, om den konstruktivistiske idé kan indpasses i virtuelle fysikeksperimenter, og om det er muligt at skabe spændende og fængslende materialer, som eleverne kan indleve sig i. Vi sonderer i beskrivelsen ikke skarpt mellem egentlige eksperimenter – som noget, der for eksempel indebærer en afprøvning af betydningen af ændringerne af en variabel i et fysisk system – og de øvrige virtuelle læringsobjekter, som i en passende kontekst vil kunne indgå som elementer i et eksperiment. At vi her afstår fra en sondring, er et udtryk for, at vi netop ikke har villet forsøge at designe færdige eksperimenter, men hellere har villet fremstillet mulige elementer, som kunne indgå i elevernes egne eksperimenter.

En lang række forhold af væsentlig betydning for undervisning og læring i fysik ligger udenfor rammerne af nærværende rapport. Ikke mindst når det gælder fysikundervisning, er der velkendte forskelle på elevernes forforståelser, evner til abstrakt tænkning, intelligenser og læringsstile. Disse elementer er ikke medtaget i det aktuelle arbejde. De vigtige spørgsmål om lærernes evner og muligheder for at ændre på egen undervisningspraksis er heller ikke inddraget, ligesom vi har set bort fra de affektive faktorer i undervisningen.

Med hensyn til den emnemæssige afgrænsning har vi haft gymnasiets 1G som udgangspunkt, og i forbindelse med det indledende arbejde, herunder et interview med en fysiklærer, blev det klart at

vi måtte vælge et emne ud, som vi kunne arbejde eksemplarisk på. Valget faldt på ”Brintsamfundet”, ikke mindst fordi dette emne er nyt for mange. I modsætning til mange andre forhold i fysikken er der stadig mange uafklarede spørgsmål indenfor dette emne, så vi forventede at eleverne ville have en naturlig nysgerrighed omkring emnet. Desuden omfatter ”brintsamfundet” en lang række af de delemler, som indgår i 1G pensum: Energi i forskellige former, energiomsætning, elektrolyse mm. Endelig har emnet et klart samfundsmæssigt perspektiv. Udviklingen indenfor brintenergi og brændselsceller kan således forventes at få væsentlig betydning i forhold til forurening, jordens reserver af fossilt brændstof samt for samfundsøkonomien og den politiske stabilitet på globalt plan.

Når vi således har brugt ”Brintsamfundet” som eksempel på et muligt projektarbejde, hvori virtuelle eksperimenter kunne indgå, og når vi har gjort dette fordi emnet indeholdt elementer, som kunne gøre det særligt velegnet, må vi også konkludere, at vores resultater ikke nødvendigvis kan appliceres uændret på andre områder. I beskrivelsen vil det dog fremgå, hvor generelle faktorer og hvor specifikke faktorer er i spil.

Hvad afleveres

Rapport med Bilag samlet i ét dokument

Data DVD med prototypen. DVDen indeholder indholdet af web-sitet www.intermed.dk/virtex herunder videoklip af fysikshowet i Windows Media format samt øvrige videoklip, som også findes på www.intermed.dk/virtex/video.

Desuden indeholder DVDen kildefiler for de fremstillede flash animationer samt en stor mængde billeder og andre materialer, som er udviklet i forbindelse med projektet.

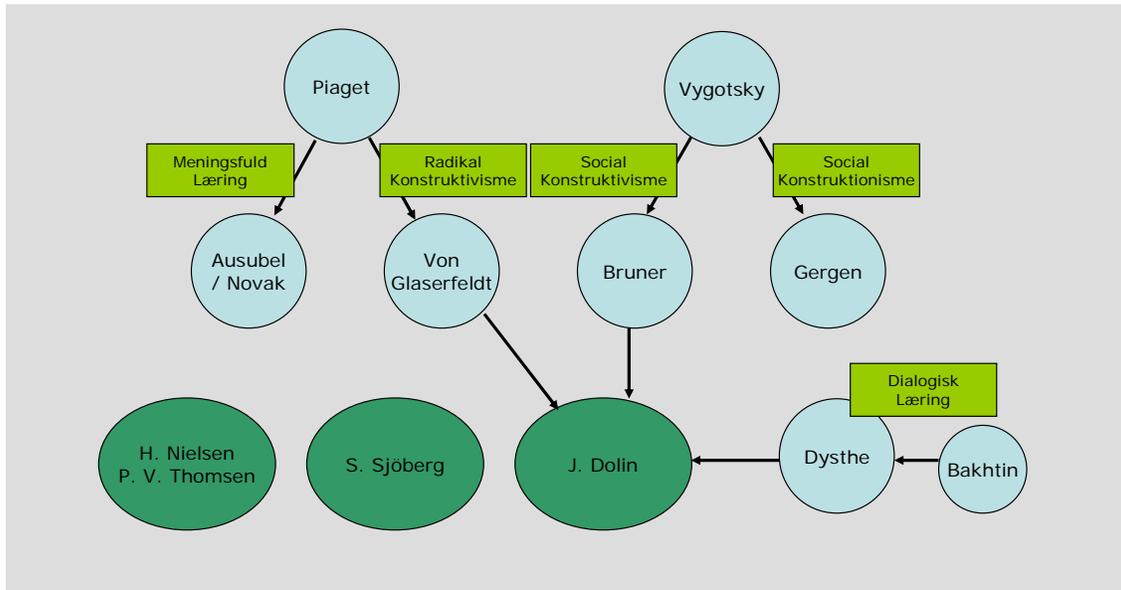
DVD rommen startes ved at aktivere filen start.htm i rod-folderen.

Video DVD med de to timers Fysikshow, som kan afspilles i computer eller i almindelig video DVD afspiller.

Teori

Konstruktivisme

Begrebet konstruktivisme er blevet en paraplybetegnelse for adskillige læringsteorier, hvoraf nogle er meget forskellige. Inden vi kigger på konstruktivismebegrebet i fysikundervisningen, vil vi derfor kigge kort på nogle af fælleselementerne i konstruktivismen samt på nogle af de områder, hvor de forskellige teorier adskiller sig fra hinanden. Dette skal på ingen måde forstås som en gennemgang af alle retninger indenfor konstruktivisme, men blot et forsøg på at redegøre for nogle af de former, som oftest går under navnet konstruktivisme og på forskellene imellem disse. Dette er relevant, da generelle diskussioner om konstruktivisme let kan ende med misforståelser på baggrund af de forskellige opfattelser af, hvad konstruktivisme er.



Figur 1. Skitse over læringsteoretikere og praktikere, som har haft betydning for vores måde at arbejde med virtuelle eksperimenter på. De grønne cirkler repræsenterer skandinaviske forskere på området.

Grundlæggende er udgangspunktet for konstruktivisme, at alle mennesker selv konstruerer sin viden. Man kan altså ikke lære ved at modtage viden fra andre, man må selv aktivt konstruere sin viden ud fra de informationer man modtager. I denne form bygger konstruktivismen i høj grad på Piagets teorier om assimilation og akkommodation. Dette læringssyn passer godt på vores egen opfattelser og erfaringer med hensyn til læring.

Piaget

Jean Piaget er mest kendt for sine stadieteorier, hvor han beskriver, hvordan børns udvikling foregår i stadier, nemlig det

- sensomotoriske stadium (0-2 år)
- præoperationelle stadium (2-7 år)
- konkret-operationelle stadium (7-11 år)
- formelt-operationelle stadium (11 år -)

Hvis man blot ser på aldersangivelserne, skulle man tro at gymnasieelever generelt var på det formelt-operationelle stadium, hvilket betyder at man er ”i stand til at tænke hypotetisk-deduktivt, med abstrakte modeller med proportionalitet osv.” (Sjöberg, i (Nielsen et al., 1992)). I praksis viser det sig dog, at elever i gymnasiealderen kun sjældent tænker formelt-operationelt (ibid.) i fysik, hvilket da også påpeges i undervisningsvejledningen til fysik, hvor understadierne til henholdsvis det konkret-operationelle og det formelt-operationelle stadie beskrives ved at forklare, hvad elever på de forskellige understadier kan håndtere i forhold til fysik.

Dette bruges så til at argumentere for, ”at der i læreplanen lægges mere vægt på at udvikle elevernes fysikbegreber og nedtone fagets mere formelle, matematiske side.”

(Læreplanen findes på undervisningsministeriets hjemmeside (Undervisningsministeriet, 2005) på adressen http://us.uvm.dk/gymnasie/vejl/fysik_c_stx/).

Stadieteorien er blevet kritiseret meget og helt overordnet er der undersøgelser der viser, at børn og unges logiske niveau afhænger af den sociale sammenhæng og det faktiske emne (Sjöberg, i (Nielsen et al., 1992)). Det giver altså ikke mening at antage, at man ud fra for eksempel prøver og tests kan udpege unges logiske niveau, da dette er kontekstafhængigt.

Derimod er Piagets model for erkendelser, som før nævnt, en vigtig inspirationskilde til store dele af konstruktivismen (ibid. 30). Piaget beskriver det kognitive som skemaer, der kan ændres via vekselvirkninger med omgivelserne. Når det nye passer ind i de eksisterende skemaer, optages det ved assimilation, uden at strukturerne i skemaerne ændres. Hvis det nye derimod ikke passer i skemaerne, opstår der en uligevægt, og så må strukturerne ændres ved akkommodation. (ibid. 31)

Informationsbehandlingsteori

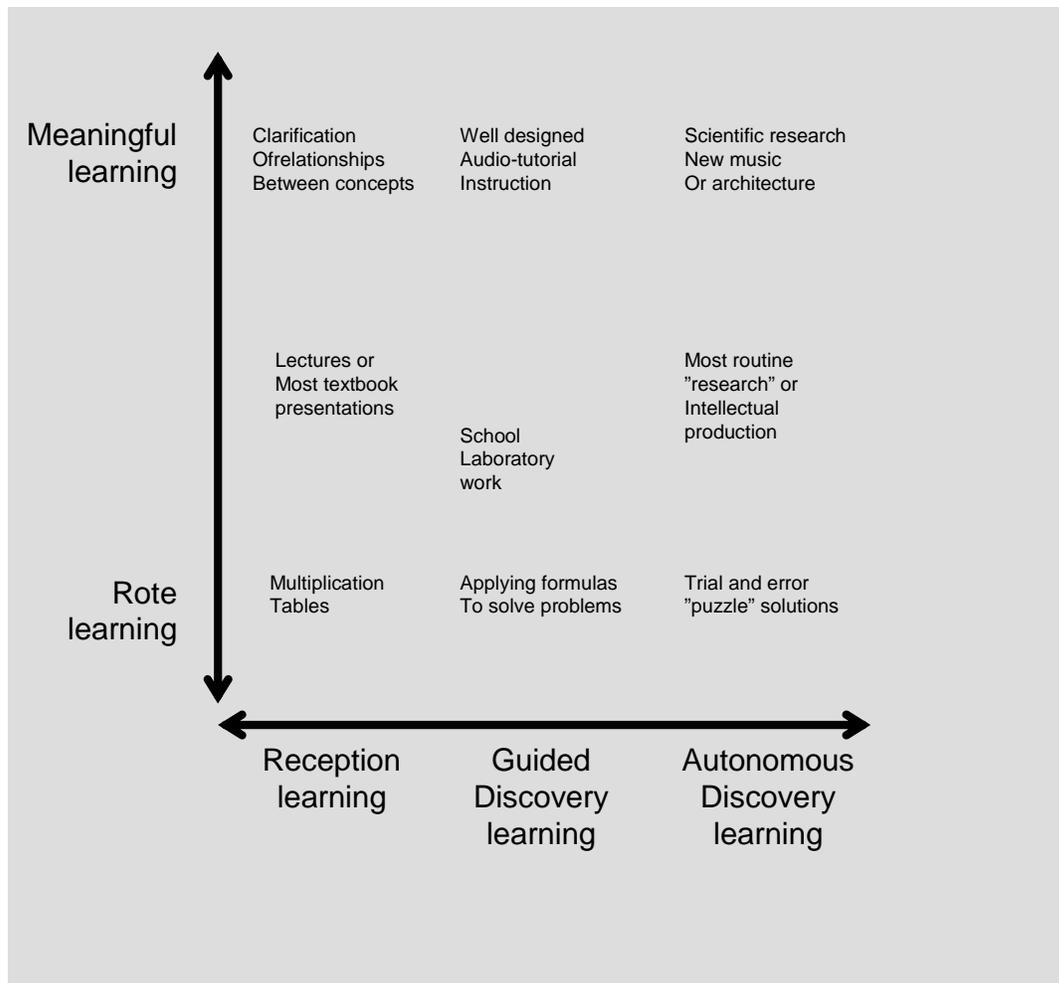
En betydningsfuld teoretiker her er David Ausubel, hvis teorier er rettet mod skoleundervisning (Paulsen i (Nielsen et al., 1992)). Ausubel og hans medarbejdere J. Novak og H. Hanesian

(Ausubel et al., 1978) taler om ”meningsfuld læring”, som kun kan finde sted, når det nye der skal læres, kan forbindes med den allerede eksisterende viden. Den lærende udvikler et hierarki af begreber, der giver mening til det lærte.

Dette sættes overfor udenadslære, hvor det man skal lære, består af tilfældige sammenhænge eller seriel læring, hvor den lærende mangler den nødvendige forudgående viden. Den lærende lærer derfor udenad for at kunne gengive det ”lærte” uden dybere forståelse. (ibid. 27). Udenadslære er altså læring, hvor det nye ikke sættes i forbindelse med det allerede lærte.

Samtidig og uafhængigt af forskellen på meningsfuld læring og udenadslære skelner Ausubel og medarbejdere mellem modtagende læring (reception learning) og opdagende læring (discovery learning), og de opstiller en figur, hvor det tydeliggøres, at meningsfuld læring også kan finde sted ved modtagende læring.

Ideen med Figur 2 er samtidig at gøre det tydeligt, at denne skelnen mellem meningsfuld læring og udenadslære **ikke** har nogen sammenhæng med debatten om modtagende læring og opdagende læring. I forhold til skolesystemet, hvor der mest foregår modtagende læring, er Ausubel et al altså ”beroligende”, da begrebet meningsfuld læring ikke er nær så revolutionerende som opdagende læring.



Figur 2: Meningsfuld læring (fra Dolin: 107)

Man skal altså ikke nødvendigvis selv opdage sin viden, men for at opnå meningsfuld læring skal man aktivt konstruere den på basis af sin forudgående viden. Det bliver derfor essentielt, at man kan sætte det man lærer ind i en meningsfuld sammenhæng med den viden, man allerede har, og at man udvikler tilhørende redskaber (learning set) til at gøre det med.

Citat 1:
David Ausubel:

If I had to reduce all of educational psychology to just one principle, I would say this: The most important single factor influencing learning is what the learner already knows. Ascertain this and teach him accordingly. (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1978))

Ligheden mellem de to former for meningsfuld læring bliver altså, at der bygges ovenpå den viden, som man har i forvejen (Citat 1)

Søren Kierkegaard var på sporet af noget tilsvarende væsentligt tidligere (Citat 2).

Forskellen på meningsfuld læring via modtagende læring eller opdagende læring er til gengæld kompleksiteten, hvor det er indlysende, at meningsfuld **og** opdagende læring har langt højere kompleksitetsgrad. Af samme grund er det også svært at forestille sig en undervisning, hvor opdagende læring er hovedmetoden til at overføre størstedelen af stoffet (Ausubel et al., 1978):26)

Citat 2:

Søren Kierkegaard siger i ”en ligefrem meddelelse”, 1859:

At man, når det i sandhed skal lykkes en at føre et menneske hen til et bestemt sted, først og fremmest må passe på at finde ham der, hvor han er, og begynde der.

Da meningsfuld læring kræver, at ny viden sættes i sammenhæng med eksisterende viden, bliver arten af den eksisterende viden særdeles betydningsfuld. Ausubel beskæftiger sig med begrebet før-forestillinger (preconceptions). Før-forestillinger er den ”viden”, som den lærende på forhånd har, altså de forestillinger som han har, om hvordan tingene hænger sammen, og som kan være forkerte i større eller mindre grad. Det er klart at sådanne fejlopfattelser kan gøre meningsfuld læring særdeles vanskelige, ikke mindst fordi de kan være svære at aflære: ”These preconceptions are amazingly tenacious and resistant to extinction because of the influence of such factors as primacy and frequency and because they are typically anchored to highly stable, related, and antecedent preconceptions of an inclusive nature” (ibid. 372).

Radikal konstruktivisme

Den radikale konstruktivisme er beskrevet ved to principper, der begge skal være opfyldt:

- kundskab bliver aktivt opbygget af det enkelte individ
- kundskab tilpasses omgivelserne og må ses som en organisering af sanseindtryk og ikke som et ægte billede af den sande virkelighed

(von Glaserfeldt 1995, her fra Paulsen, i (Nielsen et al., 1992))

Som tidligere nævnt er den første betingelse grundlæggende for al konstruktivisme, så det er den anden betingelse, der adskiller den radikale konstruktivisme fra ”triviell” konstruktivisme (von Glaserfeldts betegnelse). Viden er altså ikke en objektiv beskrivelse af en entydig omverden, men det enkelte individs erfaringsbaserede opfattelse af omverdenen. Denne viden ”handler om de måder, det tænkende subjekt har udviklet sit begrebsapparat på, så det er i overensstemmelse med den verden vedkommende erfarer.” ((Dolin, 2003):123)

Den radikale konstruktivisme bygger meget på Piagets teorier omkring assimilation og akkommodation, og i von Glaserfeldts fortolkning af Piaget understreges det, at organismen som udgangspunkt ikke ser andet end det, som passer ind i de eksisterende skemaer (Dolin, 2003).

Enhver erfaring starter altså med, at man forsøger at assimilere det nye ind i de eksisterende strukturer, hvorefter man forventer et bestemt resultat ud fra ens givne erfaringer. Hvis man så får et andet resultat, giver dette anledning til at man bliver opmærksom på det, man ikke kunne se i udgangspunktet. Da mennesket hele tiden tilstræber en ligevægt (ibid. 104), vil man have incitament til at gentage situationen for at forstå, hvad der er anderledes. Dette giver mulighed for at se de karakteristika, som man ikke kunne se første gang (fordi man i udgangspunktet kun kunne se det man kendte), hvorefter de nye elementer kan indpasses i ens skemaer, som dermed passer bedre til det oplevede.

Assimilation og akkommodation er altså processer, der ikke kan skilles ad, og ”enhver assimilation indebærer mulighed for akkommodation, idet man hele tiden afstemmer resultaterne af aktiviteten med forventningerne.” (ibid. 105).

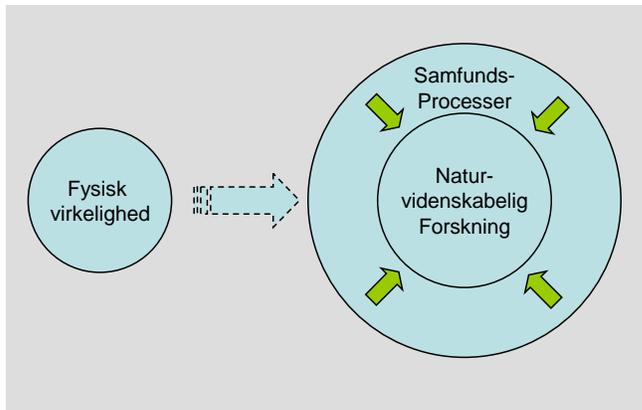
Socialkonstruktivisme/socialkonstruktionisme

Socialkonstruktivisme/konstruktionisme skiller sig ud fra de tidligere nævnte konstruktivismer ved at fokusere på, hvordan læring også er en social proces.

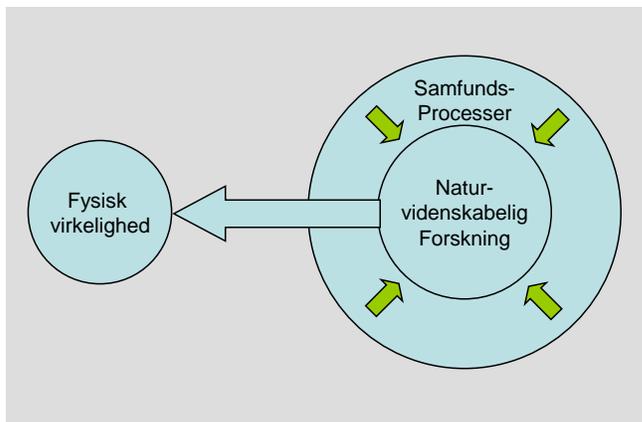
Socialkonstruktivismen/konstruktionismen er inspireret af Vygotsky og den kulturhistoriske skole, hvor læring sker gennem sociale handlinger, og erkendelse er at skabe mening i den kultur, som man er en del af. (ibid. 125).

Sproget bliver derved grundlaget, da viden overvejende opbevares og udveksles ved hjælp af sprog (ibid. 131).

Forskellen på socialkonstruktivisme og socialkonstruktionisme ligger først og fremmest i opfattelsen af den fysiske virkelighed. Socialkonstruktivismen mener, at der er en verden udenfor os, en verden som vi kan beskrive ved hjælp af vores fælles erfaring, men som vi kan ikke have nogen sikker viden om den. Socialkonstruktionismen mener derimod, at verden er en social konstruktion. Således kan forskellen illustreres ved Figur 3 og Figur 4 (Dolin, 2003).



Figur 3: Socialkonstruktivisme



Figur 4: Socialkonstruktionisme

Da disse forskelle ligger langt væk fra formålet med dette speciale, skal vi blot understrege, at der er tale om grene af konstruktivismen, der er mere inspirerede af Vygotsky end af Piaget. Det interessante er, at der her ses på læring som en social proces, hvor sproget og dermed dialogen kommer i fokus (ibid 134).

Fysikdidaktik

I slutningen af 70'erne og starten af 80'erne begyndte der for alvor at komme undersøgelser, der viste at det stod galt til med fysikundervisningen. Mange elever fandt fysikfaget svært og uden forbindelse med virkeligheden. Det blev vist at lærebøgernes abstraktionsniveau var for højt, og fysik var desuden et fag, der virkede (endnu) mere negativt på piger end på drenge (Nielsen et al., 1992).

Der blev desuden lavet en række undersøgelser, som viste at eleverne i høj grad havde private teorier om fysik, som de brugte, når de skulle forklare fænomener i den virkelige verden, mens de reserverede fysikkens love, til brug i fysiklokalet.

Hverdagsforestillinger

Der var altså tale om, at eleverne ikke tog den lærte fysik med ud i virkeligheden, men i stedet udviklede to parallelle forklaringssystemer: ét som de brugte i undervisningssituationer, og ét som de brugte ude i den virkelige verden. Det mest rystende var måske, at selv universitetsstuderende i fysik havde parallelle forklaringssystemer, så man kunne altså ikke forklare det med manglende interesse og forståelse for fysikken. I stedet måtte man gå ind og se på disse parallelle forklaringssystemer. På dansk kaldes det for hverdagsforestillinger, men på engelsk/amerikansk ser man både betegnelser som misconceptions og alternative paradigms, hvilket selvfølgelig dækker over henholdsvis et positivistisk og et relativistisk syn på viden (Sjøberg i (Nielsen et al., 1992)).

Det er dog vigtigt at gøre sig klart, at der også er forskel på hverdagsforestillinger. En typisk hverdagsforestilling, som måske også er den mest dokumenterede, handler om sammenhængen mellem kraft og bevægelse. Newtons 1. lov siger klart, at et legeme der ikke er påvirket af nogen kraft, enten vil være i hvile eller udføre en jævn, retlinet bevægelse. Hvis for eksempel en bold bevæger sig med den samme hastighed gennem luften, er den ikke påvirket af nogen kraft. I modsætning hertil står vores hverdagserfaringer, der fortæller os at der skal en kraft til, hvis bevægelsen skal blive ved. Vi har derfor en hverdagsforestilling, der siger at kraft og hastighed er proportionale. Hvis hastigheden er stor, er det fordi kraften er stor, mens en lille hastighed skyldes en lille kraft.

I praksis fungerer denne hverdagsforestilling rigtig godt. Ja faktisk en del bedre end Newtons love, så længe vi kigger på ting som kørende biler og bolde. Derimod kommer den hurtigt til kort overfor andre fænomener, som Newtons love forklarer langt bedre. Den trænede fysiker forklarer selvfølgelig nemt, hvorfor Newtons 1. lov ikke holder uden videre: Der er jo en gnidningskraft, som er modsatrettet bevægelsen, så i stedet skal vi have fat i Newtons 2. lov, hvor der bliver en modsatrettet acceleration. Bilen bliver altså bremset af luften og gnidningen mod underlaget.

Her kan man sige, at hverdagsforestillingen og Newtons love begge er modeller for, hvordan virkeligheden ser ud. Forskellen er blot, at Newtons love virker på et langt større område end

vores hverdagsforestilling. Men også Newtons love har sine begrænsninger. Hvis vi for eksempel skal kigge på hastigheder tæt ved lysets, så bryder denne model sammen, og vi må have fat i en anden, nemlig Einsteins relativitetsteori. I øvrigt var forestillingen om at kraft og hastighed er proportionale i lang tid den gængse fysikteori, idet den først beskrives af Aristoteles og faktisk bruges frem til Galileis tid.

En anden type hverdagsforestilling er forestillingen om, at luften er nødvendig for at tyngdekraften kan virke. I filmen Armageddon er der eksempelvis en scene, hvor de kommende astronauter skal trænes i lav tyngdekraft, ved at luften fjernes fra træningslokalet (der klippes dog, inden vi ser det i praksis). Denne hverdagsforestilling er i modsætning til den foregående decideret forkert, men det er interessant at tænke på, at fysikere i det 19. århundrede forestillede sig en æter ude i verdensrummet, som lyset bevægede sig i, og som planeter og stjerner påvirkede hinanden gennem. Det at forestille sig det tomme rum og legemer, der påvirker hinanden uden at have materiel kontakt, er svært! (Sjøberg i (Nielsen et al., 1992)).

Der er altså gode grunde til at eleverne har disse hverdagsforestillinger, inden de møder fysikundervisningen, men spørgsmålet er så, hvorfor disse hverdagsforestillinger tilsyneladende ikke påvirkes af fysikundervisningen.

Et af svarene på dette er nok, at eleverne er passiviserede i undervisningen. De modtager undervisning, som de kan nøjes med at reproducere. De kan derfor slippe af sted med at opfatte fysik som noget, de kun behøver at beskæftige sig med i fysiktimen (og til eksamen).

På baggrund af dette er det ikke mærkeligt, at konstruktivismen, hvor eleverne selv skal konstruere deres forståelse, fik vind i sejlene i fysikdidaktikken i løbet af 80'erne.

Konstruktivisme i dansk fysikdidaktik

I 1992 udkom bogen Undervisning i fysik – den konstruktivistiske ide. Bogen er en antologi, der dels beskriver en del af teorierne bag konstruktivismen og dels beskriver en række forsøg, som er lavet med konstruktivisme i undervisningen. Denne bog fik ret stor udbredelse i gymnasiet i 90'erne og gav anledning til en del nye pædagogiske forsøg med konstruktivistisk indhold.

Konstruktivismetilgangen i bogen er i høj grad Piaget-inspireret, og generelt er mange af forsøgene med konstruktivismen i 80'erne og 90'erne både i Danmark og i udlandet inspireret af Ausubel og meningsfuld læring. Dette kan heller ikke undre, da Ausubels teorier på mange måder passer godt til problemerne i fysikundervisningen. Hele debatten omkring

hverdagsforestillinger passer med Ausubels for-forestillinger, og begrebet meningsfuld læring udtrykker vel netop det, som fysik-undervisningen ønsker at nå frem til.

Samtidig er Ausubels teorier netop relativt konkrete og rettede mod undervisning, og derfor var de nok lettere at akkommodere for fysiklærerne end for eksempel von Glaserfeldts radikale konstruktivisme.

Det er svært at sige, hvor meget konstruktivisme der reelt er i fysikundervisningen i gymnasiet i dag. Gymnasiet er jo i høj grad en eksamensskole, og man kan godt have en fornemmelse af, at det mest er nogle få ildsjæle rundt omkring, som har lavet decideret konstruktivistisk undervisning, men grundlæggende har konstruktivismebølgen i 90'erne i hvert fald haft den konsekvens, at de fleste fysiklærere ser elevaktiverende undervisning som et ideal. De fleste fysiklærere tror ikke længere på tankpassermodellen, og på lærerværelserne vil ideen om at eleverne selv konstruerer deres viden, vække genklang hos de fleste. Desuden er der nok ingen tvivl om, at konstruktivismen som sådan har sat sig spor i bekendtgørelser og undervisningsvejledninger til fysik efter gymnasireformen i form af mere projektarbejde og større pensumfrihed.

Socialkonstruktivismen kommer med

I løbet af 90'erne begynder den sociale side af læring at blive mere og mere anerkendt, og konstruktivismedebatten generelt bliver mere uddifferentieret blandt andet i retning af Vygotskys læringsteorier og det sociale i læring. Det er dog ikke en debat, som har haft stor indflydelse i dansk fysikdidaktik, men tendensen til at se mere på det sociale element i læring har dog vundet indpas på gymnasiet i et vist omfang.

Et af de få steder hvor fysik-undervisningen i gymnasiet bliver behandlet med en bredere konstruktivistisk vinkel, er i Jens Dolins phd-afhandling *Fysikfaget i Forandring* (Dolin 2002), hvor han beskæftiger sig med fysik i gymnasiet ud fra en konstruktivistisk synsvinkel. Vi har derfor valgt at beskæftige os en del med denne afhandling.

Dolin tager udgangspunkt i både Piaget og Vygotsky samt disses aftagere, idet han mener at hverken den kognitive eller den sociale vinkel kan stå alene (ibid. 137). Han ender derfor med at se på læring som dialog, hvor han tager udgangspunkt i Bakhtins dialogbegreb (ibid. 196). Samtidig betragter han repræsentationsformer som et redskab til at indfange fysikfagets aspekter (ibid. 153). I Dolins forståelse er repræsentationsformer forskelligt udtrykt viden om det samme

fænomen eller den samme hændelse. Og de skal altså forstås som forskellige filtre til at opfatte den samme begivenhed på (ibid. 158).

For at bruge både repræsentationsformer og dialogiske processer ender Dolin med at beskrive et større forsøg med autentisk fysik. Autentisk fysik skal forstås som et forsøg på at gøre fysikundervisningen mere relevant for eleverne ved at sikre, at undervisningen har fælles træk med den verden, man lærer om.

Repræsentationsformer

Dolin arbejder med 7 repræsentationsformer, nemlig

- Fænomenologisk repræsentation
- Eksperimentel repræsentation
- Matematisk deskriptiv repræsentation
- Matematisk symbolsk repræsentation
- Begrebsmæssig repræsentation
- Billedlig repræsentation
- Kinæstetisk repræsentation

Desuden præsenterer han en 8. form, som han dog ikke arbejder videre med (og som også falder udenfor vores emne), nemlig en affektiv repræsentation, der skal indfange de følelsesmæssige aspekter af undervisning og læring (ibid. 163)

Fænomenologisk repræsentation beskriver det, som man umiddelbart kan se. Man kan betegne denne repræsentationsform som den umiddelbare fortælling om det hændte (ibid. 166). I fysikkens sprog er der dog traditioner for, hvilke observationer og begivenheder man lægger vægt på, så ”en fænomenologisk repræsentation er således ikke en forudsætningsløs beskrivelse af begivenheder og fænomener, men fysikerens opfattelse af dem.” (ibid. 166) Til trods for at formen egentlig handler om at fortælle, hvad man ser, er det altså ikke en repræsentationsform, som nødvendigvis er lige til at gå til for uforberedte elever, og enhver fysiklærer/elev (og sikkert også i alle andre fag) kender da også til den situation i undervisningen, der kaldes ”gæt hvad læreren tænker på”, hvor læreren egentlig ønsker sig noget ganske banalt, mens eleverne slet ikke kan forstå hvad der tænkes på (i hvert fald ikke når læreren spørger på den måde).

Dolin lægger dog også op til, at denne repræsentationsform kan bruges til at lade eleverne vise, hvad de selv lægger vægt på, således at man måske netop kan få fat i forskellen på elevernes opfattelser og fysikkens opfattelse.

Eksperimentel repræsentation handler om at forstå, hvordan man får noget ud af eksperimenter. Man skal kunne forstå, hvad der kan måles på og hvordan, hvilke fejlkilder der er, hvordan instrumenterne bruges, og hvilke enheder der måles i. Forståelse af selve forsøgsopstillingen er også vigtig.

Matematisk deskriptiv repræsentation handler om bearbejdning af data. Hvordan kan vi behandle de målte resultater for eksempel ved hjælp af grafer eller skemaer over tallene. Men man skal også kunne få et skema over nogle tal eller en graf for en bevægelse udleveret og så være i stand til at forstå disse.

Matematisk symbolsk repræsentation handler om at kunne udtrykke fysikken ved hjælp af matematiske begreber, for eksempel ved at knytte en ligning til et fænomen. Det er også at kunne udføre matematiske operationer, for eksempel at kunne differentiere eller bruge forskellige funktioner på en lommeregner.

Begrebsmæssig repræsentation er nok den mest abstrakte repræsentation, hvor det handler om at kunne bruge de begreber, som fysikken bruger som overordnede generaliseringer af fysiske sammenhænge og fænomener. Det er for eksempel sådan noget som energibevarelse, der er det overordnede princip for at forstå utrolig meget fysik. Disse begreber er svære at forstå, især fordi det er en anden tilgangsvinkel til fysikken end eleverne er vant til, når de starter i gymnasiet.

Billedlig repræsentation dækker over et stort område. I den ene ende er der forskellige former for billeder, som for eksempel kan være virkelighedsnære tegninger, der viser det sete og i den anden ende er der sådan noget som diagrammer, der ikke ligner virkeligheden, og hvor der kun er taget enkelte elementer med for at fokusere på disse. Indenfor dette spektrum kan man så også have levende billeder og animationer, det kan for eksempel være videooptagelsen af et forsøg eller en animeret udgave af et diagram.

Desuden hører metaforer og analogier også hjemme under denne repræsentationsform.

Kinæstetisk repræsentation handler om den kropslige repræsentation og fornemmelse for fænomener. Som Dolin skriver, er denne repræsentation meget lidt brugt i gymnasieundervisningen, men potentialet er stort. (ibid. 168)

Samtidig med at repræsentationsformerne er forskellige kategorier til at indfange generaliserede træk ved et fænomen (ibid. 156), kan man betragte dem som resultater af videnskabsprocessen i fysik. Disse former bruger vi til at beskrive og forstå forskellige dele af et fysisk fænomen, og for at forstå fysik er man nødt til at kunne bruge flere af disse repræsentationsformer og kunne oversætte fra den ene form til den anden. Derved bliver læreprocessen i fysik et spørgsmål om at kunne bruge repræsentationsformerne, men især også et spørgsmål om at kunne bruge flere repræsentationsformer på engang og kunne forstå sammenhængen mellem dem. ”Jo mere de forskellige repræsentationsformer er integreret hos den lærende, dvs. jo flere *transformationer* og links der er imellem dem, jo bedre er vedkommendes forståelse.” (ibid. 172)

Det er altså vigtigt at være bevidst om, hvordan og hvornår man får eleverne til at bruge de forskellige repræsentationsformer, ligesom det er relevant at se på, hvordan man får dem til at koble forskellige repræsentationsformer.

Dialog i læring

Når Dolin vælger at bruge Bakhtins dialogbegreb, er det på baggrund af hans analyse af de forskellige grene af konstruktivismen, - den Piaget-baserede konstruktivisme hvor der fokuseres på individets læring, overfor den Vygotsky-inspirerede hvor læring er en social proces. Dolin når på baggrund af denne analyse, hvor han finder brugbare synsvinkler begge steder, frem til at arbejde videre med den socio-kulturelle tilgang, fordi han konkret mener, at den kan løse mange problemer med at lære fysik. Mange elever med forståelsesproblemer i fysik har ikke nødvendigvis intellektuelt svært ved at forstå fysikken, men de forstår ikke de krav, der stilles. De har med andre ord brug for at lære fysikkulturen, og i den forbindelse er de sociale processer med til at få faget til at give mening for eleverne (ibid. 187).

Det autoritative ord skal forstås som knyttet til den monologiske udtryksform. Det giver ikke plads til egen tænkning/refleksion, og det kræver ingen aktivitet fra elevens side. I modsætning hertil står *det indre overbevisende ord*, der får sin styrke gennem den åbne dialog med andre. Dette svarer til en ydre autoritær diskurs, hvor det autoritative ord altså står stærkt og de givne formuleringer skal reproduceres, overfor en dialogisk interaktion med fælles afklaringer og formuleringer (ibid. 199).

Problemet i fysikundervisningen med at eleverne udvikler parallelle forklaringer og finder fysikundervisningen for lidt engagerende, kan forklares med at undervisningen er præget af en ydre autoritær diskurs, hvor det kommer til at handle om reproduktion af viden, som der ikke kan sættes spørgsmålstegn ved.

Her møder man samtidig den hyppigste indvending mod konstruktivisme i fysikundervisningen, nemlig at der ikke kan sættes spørgsmålstegn ved den viden vi har. ”Vi kan jo ikke bare lade eleverne konstruere deres eget forkerte verdensbillede, når der nu engang er nogle givne sandheder i fysik”. Uden at vi nøjere vil diskutere dette positivistiske verdensbillede er det selvfølgelig rigtigt, at ikke alle fysikforståelser er lige gode, og det er heller ikke meningen at eleverne skal stille spørgsmålstegn ved alting, men som Dolin skriver (ibid. 199-200), er det ikke så meget *hvad* der skal læres, som er vigtigt, men *hvordan* det skal fremlægges og behandles. Selv fagligt autoritative, indiskutable udsagn kan behandles dialogisk, så eleverne kan opleve dem som indre overbevisende.

Dolin pointerer endvidere, at en monologisk undervisningsform virker bedst, når den talende og de lyttendes koder ligner hinanden, og dette er ikke opfyldt, når der er tale om en fysiklærer, der bruger ”fysikkoderne” overfor eleverne, som jo netop ikke har lært disse koder endnu (ibid. 200). Der er en modsætning mellem fysikkens logisk-deduktive tankegang og hverdagens narrativitet, som gør kommunikationen mellem lærer og elever vanskelig, og Dolin lægger op til, at man via dialogen kan komme fra det narrative til det logiske (ibid. 202).

Som Dolin også pointerer bruger naturvidenskaben på forskningsniveau også i høj grad narrative, dialogiske processer (ibid. 204) (her kan man for eksempel tænke på debatterne mellem Einstein og Bohr omkring kvantemeknikken og dennes fortolkning), hvilket desværre sjældent afspejler sig i gymnasiets fysikundervisning. Dolin foreslår derfor, at

Undervisningen må afspejle fysikken, som en kultur vokset frem gennem generationer af fysikers indbyrdes dialoger. Begrebsdannelserne, anvendelsen af matematikken, øvelserne osv. er fysiske diskursformer som er udviklet i en historisk kulturel proces. Fysikkens historie er også historien om store tænkere, genier, men de har udviklet deres teorier i forhold til den gældende viden, og den ny viden er først accepteret via de næste generationers dialoger med hinanden og med de nye tanker. (ibid. 203)

Spørgsmålet er så, hvordan man praktiserer dialog i undervisningen, og her refererer Dolin til Olga Dysthe (ibid. 208-209), der opstiller tre begreber for at indfange de dialogiske elementer:

- Autentiske spørgsmål, hvor der ikke alene er tale om åbne spørgsmål, men også om spørgsmål, hvor læreren ikke har det endelige svar.
- Opfølgning, hvor elevsvarene bliver brugt videre i dialogen, i stedet for at læreren leder efter det rigtige svar. Eleverne skal desuden selv kunne følge op på andre elevsvar.

- Høj værdsætning, hvor læreren anerkender elevernes deltagelse som en vigtig del af dialogen. Hvis ikke læreren anerkender, at elevernes bidrag er vigtige for undervisningens gennemførelse, bliver dialogen ikke reel.

Især i en fysikundervisning, hvor man følger gængse lærebøger og er fokuseret på at nå pensum, bliver disse krav svære at opfylde. Men med Fysik C efter gymnasireformen i 2005 bliver der en høj grad af valgfrihed, hvor kun 60 % af pensums indhold er lagt fast på forhånd. Dermed er mulighederne måske til stede for at tilrettelægge, så der bliver mere dialog i undervisningen. Samtidig er skellet mellem matematikere og sproglige afskaffet og alle elever skal som minimum have fysik på C niveau. Hvis man således både skal få alle elever igennem faget og samtidig have flest mulige til frivilligt at vælge det på et højere niveau, kan det blive en nødvendighed at få mere dialog i undervisningen.

Autentisk fysik

Dolin opstiller tre former for autenticitet (ibid. 225):

Personlig autenticitet, hvor undervisningen skal føles relevant for eleverne for eksempel ved at have mening i forhold til deres hverdag, eller fordi den indgår i en større argumenteret sammenhæng. Eleverne skal altså kunne opfatte det som relevante problemstillinger for dem selv.

Samfundsmæssig autenticitet, hvor problemerne har relevans i forhold til samfundsforhold, det kan for eksempel være emner som energiforsyning (brintsamfundet) eller drivhuseffekt. Det kan også være om fysikkens rolle i forhold til demokrati og samfund, med emner som udviklingen af atombomben eller lignende.

Faglig autenticitet, hvor fysikundervisningen skal foregå på en fagligt realistisk måde. Den skal ligne den måde, som man arbejder med fysik i forsknings- og erhvervssammenhænge.

De to første autenticitetsformer handler altså først og fremmest om indholdet i fysikundervisningen, nemlig hvilke emner der kan give eleverne en oplevelse af enten personlig eller samfundsmæssig relevans. Derimod handler den sidste form mere om arbejdsformer. Det kan for eksempel handle om, at svarene ikke skal være givne på forhånd.

Det vil være vanskeligt at opfylde de tre autenticiteter på en gang, men generelt kalder Dolin en læreproces autentisk, hvis den indeholder et eller flere autentiske aspekter (ibid. 226) og kommer med nogle bud på de undervisningsmæssige konsekvenser (ibid. 232):

- Ikke-veldefinerede og ukendte problemer skal indgå i undervisningen, så eleverne oplever, at usikkerhed og tvivl er naturlige dele af en læreproces.
- Eleverne skal selv identificere problemer og kunne bruge procedurer og analysemåder til at finde og afprøve viden og løsninger.
- Eleverne skal kunne formulere nye spørgsmål baseret på de udsagn og løsninger de har.
- Problemer angives med en i forhold til videnskabsfaget så vidt mulig korrekt fremgangsmåde.
- Eleverne skal opfatte sig som medlemmer af et undersøgende fællesskab, hvor man deler viden, opfattelser, løsninger, praksis, ressourcer gennem forskellige former for dialog.

Som konklusion på ovenstående gennemgang og diskussion af de konstruktivistiske idéer om læring, set i relation til vores erfaringer fra anden undervisning og læring og til den opgave vi har stillet os, mener vi at dualismen mellem den mentale konstruktivisme og den sociale konstruktivisme er velegnet til at belyse vores problemstillinger. Det er individet som lærer. Men uden forbindelsen til det sociale miljø, gruppen, klassen samfundet, er læringen ikke meget værd.

Dramaturgi og spil

Vi har i arbejdet med nærværende projekt fundet megen inspiration i narrative og dramaturgiske principper (Harms Larsen, 2003) samt i overvejelserne om, hvorledes design af computerspil (Gee, 2003) kan bidrage til at fængsle, underholde og fastholde eleven. Med hensyn til den teoretiske belysning fra disse to vinkler henviser vi til det efterfølgende kapitel om forundersøgelsen og til den opfølgende diskussion i perspektiveringsafsnittet.

Forundersøgelse

Andre lignende materialer

Physletter

Physlet er en sammentrækning af physics og applet og er en betegnelse for små java appletter, der er designet til fysikundervisning. Selve begrebet er udviklet på Davidson College i USA, som har stillet alle deres physletter frit til rådighed til undervisningsformål, men rundt omkring på nettet findes der mange andre java appletter, flashanimationer og lignende, der illustrerer forskellige fysiske problemstillinger. Problemet er altså ikke, at de virtuelle eksperimenter ikke findes, for det gør de i stort antal. Dog er der relativt få danske websteder med virtuelle eksperimenter, og der er ikke nødvendigvis mange forskellige eksperimenter, som passer til emnerne og niveauet i fysikundervisningen i det danske gymnasium. Langt de fleste virtuelle eksperimenter, som man kan finde på et passende niveau, ligger indenfor emnerne mekanik, astronomi og bølgelære, hvorimod det kan være svært at finde eksperimenter, som passer til emnet energi, ikke mindst eksperimenter som passer til den danske undervisningstradition indenfor dette emne. Indenfor fysikdidaktikken er physletter ofte knyttet til Just-in-Time-Teaching (JiT) princippet (<http://webphysics.iupui.edu/jitt/jitt.html>), hvor eleverne blandt andet besvarer webbaserede opgaver, inden undervisningen afholdes. Disse opgaver kan for eksempel indeholde physletter med tilhørende spørgsmål, der kan besvares ved brug af physletten. Læreren kan så planlægge sin undervisning ud fra elevernes besvarelser og kan altså i selve klasseundervisningen nøjes med at fokusere på områder i stoffet, hvor eleverne havde problemer med opgaverne. Der er mange gode muligheder i JiT-princippet, og i at udnytte physletter, men selve didaktikken bag både physletterne og JiT bygger meget på, hvordan man lærer eleverne at løse opgaver. I forhold til fysik C i gymnasiet, der i høj grad skal være kvalitativt og motiverende for eleverne, mener vi altså ikke at physletter er så umiddelbart velegnede.

De fleste virtuelle eksperimenter, som man finder på nettet, er sat ind i en undervisningskontekst, det vil sige at de måske ligger inde i engelsksprogede tekster med tilhørende forudbestemte spørgsmål, som ikke nødvendigvis passer med den danske fysiklærers intentioner. Ganske vist kan man, hvis der for eksempel er tale om physletter, ofte overføre disse til egne sammenhænge, men dette kræver alligevel både tid og ekspertise.

Grafikken på physletter er ofte temmelig primitiv, hvilken ikke er en fejl i sig selv, men hvis det kræver både tid og ressourcer af fysiklæreren at finde frem til dem, skal de virtuelle eksperimenter helst være så velegnede til at illustrere det ønskede, at han ikke i stedet nøjes med

tegninger i bogen eller på tavlen. Tilsvarende kan også eleverne reagere på at skulle bruge tid på at nå frem til animationer af denne type.

TV

Der findes mange eksempler på TV udsendelser, som har været produceret med henblik på almenuddannelse samt eventuel brug i forbindelse med undervisningen. Vi har specielt med henblik på projektet om brintsamfundet afsøgt medierne, og vi har indføjet relevante links til TV klip, som var tilgængelige via internettet, på projekthjemmesiden.

Fysikshow

Fysikshowet ved Århus Universitet blev oprettet i 1999 af nogle fysikstuderende, efter at de havde haft succes med at optræde i Naturvidenskabsfestivalen 1998. Fysikshowet bliver økonomisk støttet af Institut for Fysik og Astronomi og kommer derfor gratis ud på skoler og gymnasier. En del af formålet er selvfølgelig at skaffe flere fysikstuderende, men først og fremmest ønsker fysikshowet at vise, hvor spændende og sjovt fysik kan være. En bærende del i showet er derfor også den begejstring over fysikken, som de optrædende fysikstuderende udviser. Samtidig er det dog også en vigtig del af showet, at de optrædende kommer i dialog med tilhørerne, som selv får lov til at prøve flere af forsøgene, ligesom de hele tiden bliver afkrævet de fysiske forklaringer på hvad der sker. Fysikshowets egen definition på et vellykket show er et show, hvor publikum kommer med alle forklaringerne, kun ledt på vej af eksperimenterne og de optrædendes (ledende) spørgsmål.

Når man ser et Fysikshow, er det netop de to bærende elementer som spiller ind, nemlig begejstringen og så den dialog, som kommer mellem fysikerne og eleverne. Måske især der, hvor eleverne selv forklarer noget, som de ikke vidste, at de vidste.

Fysikshowets elementer er en blanding af mange forskellige emner, fra elektromagnetisme til akustik, og med en flittig brug af flydende kvælstof. Der er altså tale om emner, der ikke nødvendigvis rammer hverken folkeskolens eller gymnasiets pensum, men alligevel forsøger showet at skabe en sammenhæng mellem emnerne, hvor tilskuerne kan trække på den viden de har i forvejen, både fra fysikundervisning og fra hverdagen.

Videoptagelse

Videoptagelsen af fysikshowets besøg ved en 1.G klasse på Bjerringbro Gymnasium blev gennemført med flere begrundelser: Den vigtigste begrundelse var ønsket om at kunne studere samspillet mellem en spændende undervisningsform, spændende eksperimenter, engagerede undervisere og en typiske 1G klasse. En anden begrundelse var ønsket om at undersøge, hvorvidt dele af videoptagelserne kunne isoleres og senere benyttes i virtuel form. Folkene bag fysikshowet ved Aarhus Universitet (<http://www.fysikshow.dk/>) var interesserede i at få lavet en videoptagelse af et show med henblik på promovring af deres aktivitet og var meget imødekommende da vi spurgte om lov til at optage et show. Med henblik på at opfange ”aha oplevelser” vurderede vi det som væsentligt at filme eleverne fra én kameravinkel samtidigt med, at vi filmede eksperimenterne fra en anden. Ved samtaler forud for optagelsen blev det klart, at hele klasserummet i princippet er en del af scenen. Vi fandt det derfor nødvendigt at benytte i alt tre kameraer til optagelsen, så der var mulighed for udover eleverne at fokusere på henholdsvis eksperimentet i ”close up” og underviserne i et bredere perspektiv uden at behøve at zoome og panorere alt for meget.

Dynamikken i fysikshowet stiller særlige krav til lyden, som vi besluttede at optage dels ved de tre kameraer, dels med trådløs mikrofon på hver underviser og dels med en mikrofon ophængt i loftet. Ved den efterfølgende klipning viste det sig, at vi fik den bedste og mest naturlige lyd ved at benytte mikrofonen i loftet.

I forbindelse med forberedelserne til video optagelserne blev klasserummet fotograferet, så vi havde kendskab til lysindfaldet, og vi havde mulighed for at placere de tre kameraer på de bedst mulige steder. Af hensyn til indfaldet af dagslys, som vi ønskede at udnytte i medlys, og til reglen om at undgå krydsende kameraakser, blev alle tre kameraer placeret lidt til venstre for kommunikationsaksen (vinkelret på tavlen).

Se under anvendte programmer (side 49) for en kort beskrivelse af videoredigering og kompression.

Fysikshowet, dialog, repræsentationsformer og autenticitet

Hvis man ser på elevernes reaktioner undervejs i fysikshowet, er det tydeligt, at det er i bestemte situationer, at opmærksomheden er størst hos eleverne. Det er klart at der er opmærksomhed, når der bliver udført et mere spektakulært forsøg, men derudover er det især, når det er eleverne

selv, der deltager i forsøgene, eller når det lykkes for eleverne at komme med forklaringerne på hvad der sker.

Man kan måske sige, at opmærksomheden er størst, når der er tale om det indre overbevisende ord i modsætning til det autoritative ord. Når det for alvor lykkes for fysikshowet at få eleverne med, også i forståelsen af hvad der foregår, så er det når forståelsen kommer ved hjælp af fælles afklaringer og formuleringer mellem eleverne og fysikshowet. Hvis man sætter dialogen i fysikshowet i forhold til Dysthes tre begreber *autentiske spørgsmål, opfølgning og høj værdisætning*, så er det især den høje værdisætning, der er på plads. Det er tydeligt, at elevernes bidrag til dialogen bliver påskønnet. Samtidig er der også en høj grad af opfølgning, som dog af og til kan bære præg af, at fysikshowet leder efter bestemte svar. Ligeledes kan man heller ikke tale om autentiske spørgsmål i Dysthes forstand, idet fysikshowet jo kender svarene på deres spørgsmål. Når det så alligevel ofte ender med det indre overbevisende ord, er det nok fordi, at spørgsmålene bliver autentiske på en anden måde. Eleverne er ikke i tvivl om, at fysikshowsfolkene selv finder både spørgsmål og forklaringer spændende, og deres begejstring bliver dermed det, som gør hele projektet autentisk for eleverne. Samtidig har det nok også betydning, at det er relativt unge mennesker, der udfører showet, og samtidig unge, som altså læser på Universitetet og beskæftiger sig med fysik på et højt niveau.

I fysikshowet skiftes der mellem en del repræsentationsformer. Først og fremmest den billedlige repræsentation og selvfølgelig den fænomenologiske, men også den kinæstetiske, når eleverne selv prøver nogle af fænomenerne, sådan som man ser det nedenfor, hvor Annette bogstavelig talt bliver en del af en højtaler. I denne sekvens er der flere repræsentationer i spil på samme tid, da Annette samtidig med at hun selv oplever den kinæstetiske repræsentation, er en billedlig repræsentation af højtaleren overfor klassen. Desuden forklarer Mikkel, hvad der sker overfor både Annette og klassen, så den fænomenologiske repræsentation også er med.



Figure 5. Anette bliver til en højttaler. [Vedr. højttaler/magnetisme] I stedet for at bruge bordet som membran så vil jeg gerne bruge ... Hvad hedder du? *Anette*, Anettes hoved som membran, ... de her 440 Hz så Anette, hvis du holder magneten her omme bag ved øret, Vi har sådan et ben her omme bag ved øret, som sidder tæt på det indre øre, .. så kommer den til at stå og vibrere på dit hoved, så må vi se hvad der sker ... *Ja*,

Nu skal I andre prøve at høre om I også kan høre de der 440 Hz, I kender lyden fra før, Sådan der, Anette kan du høre lyden? *Ja!*, kan I andre høre den? *Neej*, Anette prøv at åbne munden Kan I høre den nu? *Nej*, Nå men vi fik Anette til at stå med åben mund.

I den næste serie er det den eksperimentelle repræsentation, der bliver sat sammen med den billedmæssige repræsentation, da Jonas skal undersøge, om højden har indflydelse på induktionen. I det forløb er Jonas den første af en række elever, der bliver sat til at undersøge en række mulige variable. Hele forløbet er et eksempel på, at Ausubels begreb meningsfuld læring godt kan finde sted, selvom der samtidig er tale om modtagende læring (jævnfør Figur 2). Det er fysikshowet, der opstiller forsøgsrækken, som eleverne udfører, og det er fysikshowet der definerer, hvad der foregår, men eleverne kommer alligevel til selv aktivt at skulle konstruere sammenhængen og dermed forståelsen.

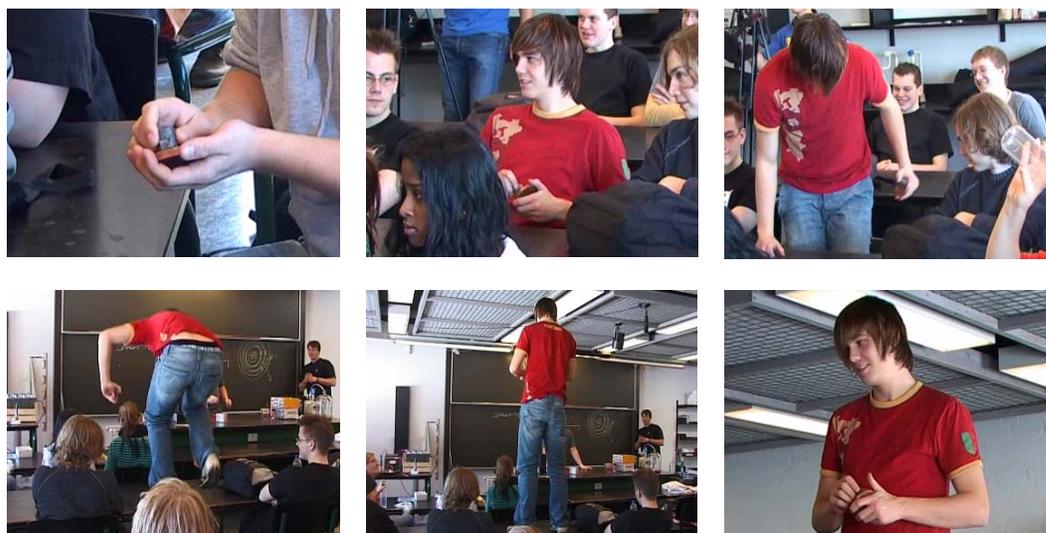


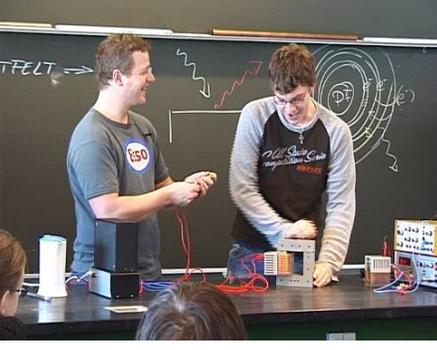
Figure 6. Jonas laver et eksperiment. Vi vil gerne udvide vores teori [om induktion – her strøm i f.t. magnet og kobberplade] og have puttet nogen flere fysiske variable ind, så vi vil gerne finde ud af fx: Har rumtemperaturen en betydning, Tror I at den har det? --- OK det ved vi ikke! [Til Jonas:] tror du at det har indflydelse, hvis du stiller dig op på stolen og laver det samme forsøg? – så højden i tyngdefeltet, tror du at den vil have noget at sige? *Næ* – Der er kun én måde at finde ud af det på! Op på stolen med dig! [Vælder stolen] – Så må du op på bordet når du vælter stolen. Er det det samme? – *Ja!* Jah, OK så tyngdefeltet havde ikke nogen indvirkning!

Fysikshowet bruger også meget den begrebsmæssige repræsentation, hvor de forklarer eleverne hvad der foregår med fysiske begreber, og det er nok her det nogle få gange bliver svært at få eleverne med, som for eksempel da Carsten skal forklare vekselvirkningen mellem kobberpladen og magneten, inden eleverne skal prøve det førnævnte eksperiment (ca. 20 min inde i første time). Der er det tydeligt, at de ikke rigtig forstår ham, måske fordi han snakker om overordnede begreber, mens de forventer noget fænomenologisk og billedlig forklaring.

En sekvens fra fysikshowet set gennem berettermodellen

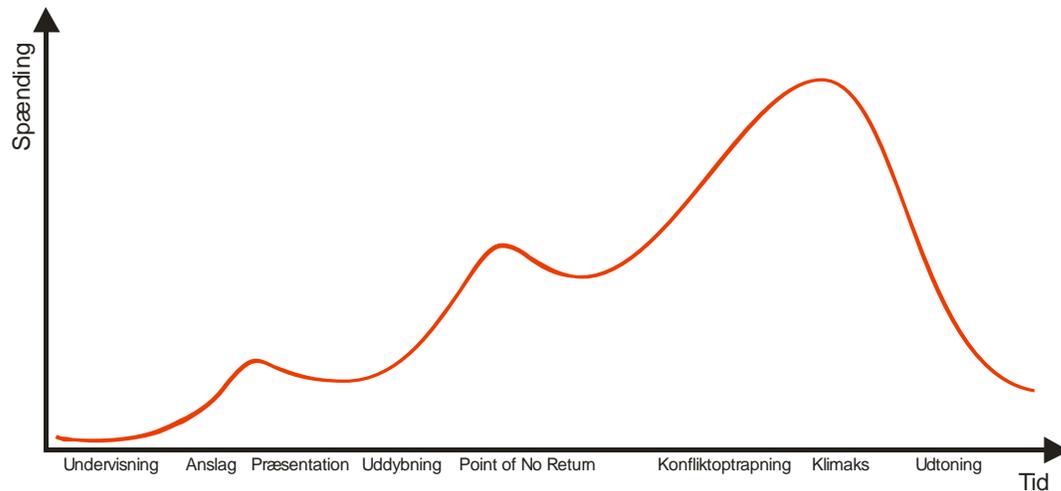
Følgende sekvens på i alt 66 sekunder er en analyse af et lille eksperiment, hvor en elev, Christian, bliver bedt om at prøve kræfter med et lille 9 volts batteri som driver en elektromagnet. I tekstsøjlen til højre er den klassiske berettermodel forsøgt appliceret på sekvensen. På trods af det meget korte forløb passer berettermodellen tilsyneladende ganske godt på sekvensen. Videoen starter efter 17 minutter i første time (show1) og findes på adressen: <http://www.intermed.dk/virtex/video/Show1.wmv>

(s)	Fra video	Transskription	Fortolkning
0		<p>Nu gør jeg det, at jeg monterer sådan et jernåg på vores spole. Jern, det udmærker sig ved at have en materialeegenskab som – ja, det er magnetisk. Så det vil sige, at når jeg får dannet en nordpol her og en sydpol her..... Det her det er et 9 V batteri vi sætter til spolen nu</p>	<p>Undervisning</p> <p>Eleverne keder sig lidt, de følger med, men er ikke emotionelt aktive.</p> <p>En typisk undervisnings-situation</p>
28		<p>Hvad hedder du?</p> <p>Jeg hedder Christian</p> <p>Det er et lille 9V batteri imod Christian.</p> <p>Træner du Christian?</p> <p>Naa.. (klassen er med i svaret). Fodbold? Håndbold? Ingenting?</p> <p>Nej?</p>	<p>Anslag</p> <p>Pigerne kan fint sætte sig ind i Christians situation.</p> <p>Præsentation</p> <p>Der er klar kontakt til hverdagen og til elevernes egen verden.</p>
37		<p>Computer?</p> <p>Ja!</p> <p>Ja, Ok – vi kan jo ikke forvente os ret meget her!</p> <p>Christian kan du prøve om du kan skille det her system ad?</p>	<p>Uddybning</p> <p>Konfliktens parter identificeres</p> <p>Point of No Return</p> <p>Christian bliver sat på en prøve. Enten klarer han den, eller også gør han det ikke!</p>
46		<p>Bare skil det ad.</p> <p>Du går bare i gang.</p> <p>Kom nu Christian.</p>	<p>Konfliktrapning</p> <p>Kampen er i fuld gang,</p>

51		Det lille 9V batteri er i gang	<p>Optrapning</p> <p>Mere kamp, pulsen stiger, Alle underholder sig. Sikkert også Christian, som nok ikke er ked af sin status, som ikke sportsmand.</p>
55		Prøv at se det lille 9V batteri	<p>Mere optrapning</p>
58		<p>Naaj</p> <p>Naaj,</p>	<p>Klimaks</p> <p>Kapitulation</p>
59		Lad os prøve at give Christian en hånd alligevel	<p>Udtoning</p>

63		Klapsalver!	Udtoning
66			6 frames på “den lidt stille pige” Mon hun har lært noget?

Figure 7. Christian mod 9 Volt batteriet



Figur 8. Berettermodellen, som findes i flere varianter er blandt andet beskrevet af Peter Harms Larsen (Harms Larsen, 2003)

Hvis læring er at være med i noget sammen med andre og at være følelsesmæssigt engageret, har vi grund til at tro at den lille sekvens hvor Christian kæmper mod 9V batteriet sætter sig spor i elevernes hukommelse og i deres bevidsthed om hvad fysik er, og hvad elektromagnetisme er.

Analysen giver anledning til en række spørgsmål:

1. Er læreren mon bevidst om sin brug af berettermodellen i sin undervisning?
2. Bør fysik undervisning i større udstrækning bevidst inddrage dramaturgiske elementer?
3. Hvordan kan dramaturgiske elementer overføres til digitale medier?

Ifølge Harms Larsen (Harms Larsen, 2003) er berettermodellen *Den naturlige fortælleform*, ”sådan har folk fortalt hinanden historier om deres eget og andres liv i årtusinder”.

Berettermodellen kan appliceres på den ultrakorte mundtlige historie (se for eksempel (Harms Larsen, 2003):106ff), men også på et nyhedsklip i TV eller på en hel spillefilm. Vi kan altså ikke henviser til nogen nulevende eller historisk person, som har opfundet modellen. Adskillige har derimod beskrevet den og anvendt den blandt andet i forbindelse med anmeldelser af historier eller film. Mangler et eller flere af elementerne i modellen kan historien komme til at virke kedelig, usammenhængende eller uforløst.

Et forsøg på at svare på ovenstående spørgsmål 1 er altså *nej*, læreren behøver ikke være bevidst om hans brug af berettermodellen. Sandsynligheden er at han ikke har været det, og at hans brug

Citat 3:

All we have are experiences – but all we can effectively tell others are stories.

(Schank, 1990)

af den er en indgroet del af vores fælles kulturforståelse lige fra de eventyr, som læses op for børn, til ”Tom og Jerry”, fra Westerns og til TV nyhederne. Forudsætningen for modellen er jo Y-aksen: *spændingen*. Her behøves i det mindste to ting: Emnet skal være i en form for berøring med tilhørernes egen verden, ellers vil en spænding ikke kunne opbygges. Den anden forudsætning er, at der kan etableres en form for konflikt omkring denne spænding, som kan etableres, optrappes, udløses og udtones. I det aktuelle eksempel ligger en vigtig del af spændingen, i forestillingen om at en frisk dreng skal være stærk, at han skal være én, som ikke mindst pigerne på en eller anden måde kan se op til. Samtidigt er denne forestilling ikke så indlysende i dag, som den måske var for år tilbage, og måske kan der være ligeså megen status i at kunne bruge hovedet og en computer.

Med udgangspunkt i den aktuelle analyse og med forståelsen af berettermodellen som noget naturligt og noget, som er kendt af os alle, uden at vi nødvendigvis er teoretisk bevidste om det, mener vi at kunne konkludere, at fysikundervisningen *kan* drage fordel af de narrative og dramaturgiske elementer. Adskilles de teoretiske fysiske lovmæssigheder fra deres forbindelse til hverdagens virkelighed, kan vi risikere at eleverne opbygger to separate fysikverdener – deres egen hverdagsfysik og den abstrakte skolefysik (Sjöberg, i (Nielsen et al., 1992) s27 ff). Dygtige elever vil selv med en sådan tvedelt forståelse kunne klare sig igennem gymnasiet ved at lære de fysiske lovmæssigheder, og hvorledes disse appliceres på de opgaver, som plejer at blive stillet i forbindelse med undervisning og eksamen. Samtidigt vil de kunne opleve, at de ikke har modeller og teorier, som er brugbare i forhold til deres egen fysiske verden, fordi der ikke i tilstrækkelig grad har været etableret forbindelse og kritisk refleksion imellem de to verdener. Dramaturgiske elementer er mulige værktøjer i dette arbejde, fordi de tager udgangspunkt i fortællingen, som noget kulturelt iboende, fordi de åbner op for emotionelle og dermed aktiverende processer hos deltagere og tilhørere. For fysikeksperimenter på begynderniveau, svarende til fysik C, lader det sig ofte gøre at etablere en kontekst, hvor der kan indbygges både spænding og konflikt. På et højere og mere abstrakt niveau vil der antageligt være mindre mulighed, men sikkert også mindre behov for dramaturgien.

Dramaturgi i forhold til læring med hjælp af digitale medier har været belyst fra adskillige vikler: James Paul Gee ((Gee, 2003)) sætter sig som hovedopgave at forsøge at høste af de erfaringer, som findes fra computerspil. Om læring i fysik nævner han (side 113-114) et dilemma, som ligner ét, vi støder på andre steder: For at forstå fysikken behøver eleverne information, men de har svært ved at håndtere information ude af sammenhæng. Eleverne må forholde sig til den virkelige fysiske verden, men verden kan være svær at forstå uden information og vejledning. Pointen for Gee er, at disse to tilgange ikke kan ses isolerede fra hinanden, men at de (på dansk)

er to sider af den samme mønt. For producenter af computerspil er løsningen (på engelsk): *To deny there are two hands here and to see overt information and immersion in practice as two fingers on the same hand*. Gee udvikler og arbejder med i alt 36 læringsprincipper (se bilag VI), af hvilke flere har direkte reference til dramaturgiske forhold, og de fleste refererer til principper, som kan genfindes i flere tekster om konstruktivisme.

Computerspillet adskiller sig fra den klassiske historie eller dramaet ved at kræve aktiv deltagelse af den spillende/lærende, og ved at udfaldet af dramaet afhænger af input fra den spillende. Eksemplet *Christian mod de 9V*, som jo foregår i det virkelige klasseværelse, sker aktiveringen af de øvrige elever ved at de kan identificere sig med Christian, og ved at udfaldet ikke er (helt) kendt på forhånd. Alligevel er forløbet lineært og iscenesat. Dette at man i et drama kan identificere sig med en anden, som i en given situation er *på*, minder om situationen i mange computerspil, hvor der er mulighed for at man, som spiller, kan påtage sig en anden identitet end sin egen. Der henvises til perspektiveringsafsnittet for den yderligere diskussion af det narrative i forhold til læring.

Interview

Med henblik på at kunne trække på tidligere erfaringer med anvendelse af virtuelle eksperimenter på gymnasieniveau gennemførte vi, som en del af forundersøgelsen et interview med en gymnasielærer med særlig interesse for emnet. Læreren (som vi behandler anonymt og refererer til som U) blev udvalgt bevidst for hans tidligere erfaringer med IKT-støttet fysikundervisning og altså ikke som et forsøg på at tegne et generelt billede af fysiklæreres erfaringer og holdninger. Interviewguiden (Bilag I) blev fremstillet med reference til problemformuleringen og de spørgsmål, som knytter sig hertil. Spørgsmål om virtuelle eksperimenteres egnethed i almindelighed og om deres integration i og samspil med den øvrige undervisning blev særligt berørt.

Interviewanalyse med lærer

Interviewet findes transskriberet i sin helhed som Bilag III. I det følgende refereres til interviewet sådan, at for eksempel U2 svarer til underviserens 2. replik.

Lærer U tror på, at virtuelle eksperimenter kan og skal have en plads i undervisningen. Han har for eksempel gode erfaringer med brug af video til at illustrere faldbevægelser.

U2: Vedr. videopointog jeg synes det er en god ny måde at lave kinematik på i undervisningen. Fordi tingene er visuelt meget klare. Timeren er død – i fremtiden vil jeg ikke lave en timer-øvelse.

Han ser ikke de virtuelle eksperimenter stå alene og opfatter ikke IT som et alternativ til den eksisterende undervisning. IT støttet undervisning kan ikke ses isoleret fra den øvrige undervisning. Der er stadig behov for almindelige eksperimenter:

U36: jeg tror egentlig at det er meget vigtigt at man er i lokalet, og ser tingene foregå og måske oven i købet hjælper til – elever bliver kaldt op og skal assistere, så det er nærværende, jeg tror det betyder meget.

U60: Jamen, de skal, almindelige eksperimenter skal spille en stor rolle i et eksperimentelt fag, det er helt nødvendigt, og der hvor sådan nogen virtuelle eksperimenter kommer ind, det må kun være som et supplement,

Adspurgt om hvorledes han kunne ønske sig at starte på arbejdet med at udnytte virtuelle eksperimenter, svarer han

U28: Jamen jeg tror, at hvis vi får opbygget en bank, og det har vi nogle drømme om, med virtuelle eksperimenter, som kan bruges, og vi skal nok starte med fysik C, vi må tage et skridt ad gangen ikke, og få udviklet sådan en bank af egnede eksperimenter

Lærer U tror på betydningen af det narrative og er bevidst om lærerens ansvar i forbindelse med *historien*

U31: Det er selvfølgelig meget vigtigt at de [physletter] er bundet op på en eller anden interessant historie, de skal være pakket ind i en historie, for at eleverne af egen fri vilje vil gå i gang med at arbejde med dem. Og det er så op til os at få beskrevet det der er historien, den der indpakning.

Lærer U er meget bevidst om betydningen af, at stoffet kommer i kontakt med elevernes egen verden. Her er der god overensstemmelse med konstruktivisme diskussionen om eksperimentets placering i forhold til fysikundervisningen (Hansen et al., 1993).

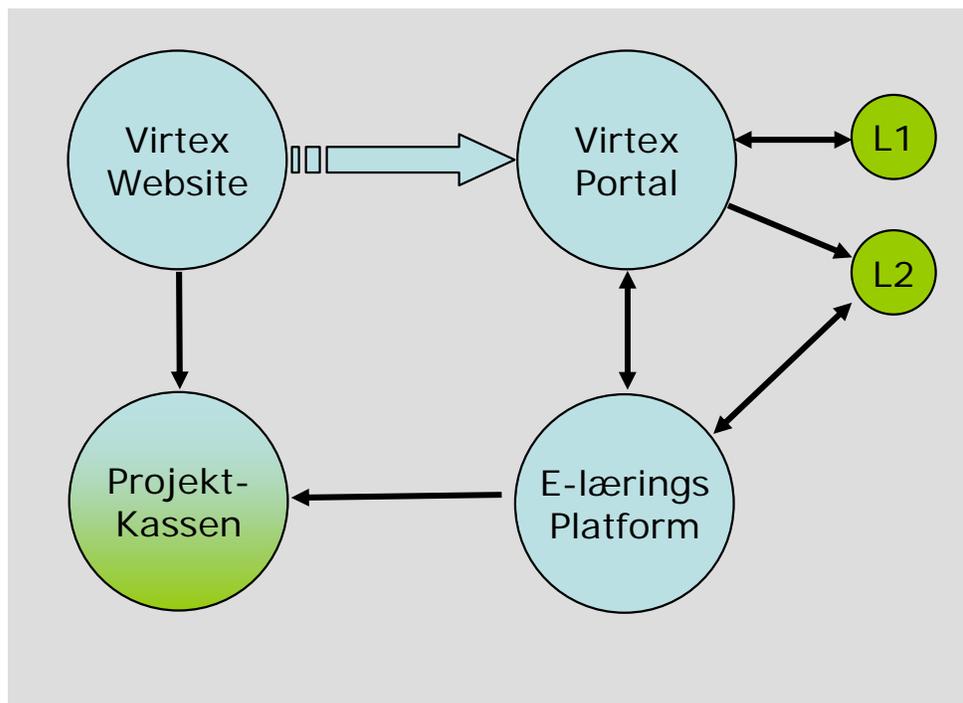
U80: Og eleverne har jo på en eller anden måde været tæt på, fordi de har lavet eksperimenter med en model, og det var jo primitive ting, de så på energiomsætninger, nyttevirkning, måling af hastighed, og den slags

U81: de der brint batterier, de viser sig.. de er jo ti gange .. de holder ti gange så lang tid, som batterierne gør i dag, til mobiltelefoner, så derfor . i den der sproglige klasse som vi lavede et forløb med, da de gik i 1g, der var jo en af eleverne, nu kom det lige pludselig tæt på.. Så kunne hun godt se ... at hun ikke hver dag skulle hen og oplade..

Set overordnet var der altså meget god overensstemmelse mellem på den ene side vores egen teoridannelse og erfaringer og på den anden side lærer U's forestillinger om læring generelt og mere specifikt om virtuelle eksperimenter. Interviewet kom til at fungere som en god katalysator i vores indkredsning af problemet, og det gav gode og konstruktive idéer til, hvordan vi kunne gribe udviklingen af vores produkt an.

Produkt

Beskrivelse af produktet

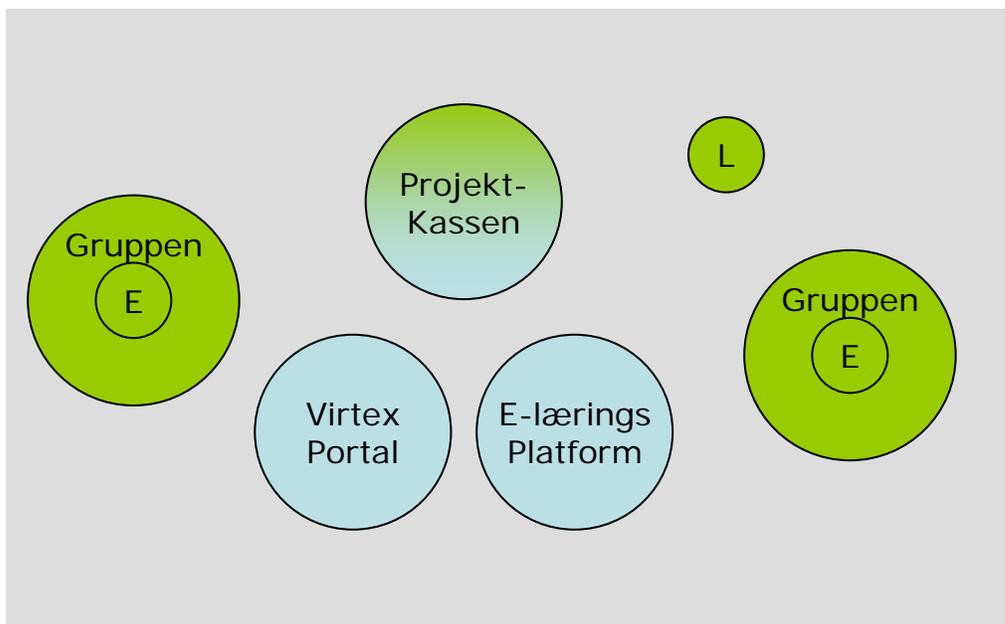


Figur 9. Produktet og dets sammenhæng i planlægningsfasen

Figur 9 beskriver det afleverede produkt og dets umiddelbare omgivelser forud for og imellem brugen i undervisningen. Elevernes brug af produktet i relation til et projektarbejde skitseres i Figur 10. Virtuelle elementer er angivet med lyseblå farve, mens virkelige elementer er angivet med grønt. Virtex websitet (www.intermed.dk/virtex), som vi har anvendt i udviklingsfasen af projektet, tænkes erstattet af en Virtex portal, som vi indtil videre kun har arbejdet på i en prototype (www.hivideo.au.dk/virtex). Vi forestiller os, at Virtex portalen skal fungere som en web-baseret database med små læringsobjekter i mange forskellige former. Flertallet af lærere (her repræsenteret ved L2) vil benytte portalen til download af læringsobjekter. En mindre gruppe af særligt interesserede lærere (L1) vil benytte portalen både til upload og download. Samspelet med e-læringsplatformen har vi ikke nøjere redegjort for i det aktuelle projekt, men det vil være nærliggende at benytte e-læringsværktøjer i situationer, hvor disse i forvejen er indarbejdet. Vi forestiller os, at projektkassen vil være særdeles variabel fra projekt til projekt.

Dens sammensætning og samspillet med den traditionelle klasse og laboratorieundervisning vil primært være lærerens ansvar, men kan eventuelt planlægges sammen med eleverne eller med andre lærere. I udviklingsfasen af produktet er alle læringsobjekter gemt i foldere svarende til deres filtyper (eller fil efternavne). Nogle udgør kildefiler, som kan modificeres og tillempes til en bestemt anvendelse, mens andre kun kan benyttes i deres ”oversatte” form. En oversigt over primitiverne findes som bilag IV

Figur 10 illustrerer produktet i dets sammenhæng i forbindelse med et konkret projektarbejde. Elevens umiddelbare og vigtigste omgivelser er projektgruppen. Projektkassen tænkes primært at indeholde virkelige elementer, tekster, fysiske objekter, som eventuelt kan skilles og samles, og eksperimenter, der kan appellere til elevernes nysgerrighed. I så stor udstrækning som muligt skal eleverne kunne arbejde i grupperne, uden at læreren behøver at blive tilkaldt. Derfor bør sammensætningen af projektkassen og dens brug sammen med de virtuelle elementer planlægges nøje. Elevernes virkelighed og hverdagsverden og dramaturgiske aspekter skal helst medtænkes i forbindelse med planlægningen af kassen.



Figur 10. Produktet og dets relationer i forhold til et konkret projektarbejde

Udvikling af objekter

Hvad er et læringsobjekt? Ja, begrebet anvendes meget i disse dage i forbindelse med mange e-lærings initiativer. Begrundelsen for brugen af læringsobjekter er ofte, at man stræber mod

genbrug. Et læringsmateriale, udviklet i én sammenhæng skal kunne udnyttes i andre sammenhænge og af andre personer. Den åbenlyse fordel ved tanken om genbrug har da også medført udviklingen af mange aktiviteter omkring læringsobjekter: Hvis læringsobjekter er en god idé, og hvis man kan samle dem i store systemer, har man behov for et system til at holde styr på objekterne, en database. Og man har brug for mekanismer til at samle elektroniske læringsobjekter efter et givet didaktisk system. Et forsøg herpå findes i sproget EML, Educational Modelling Language (se <http://www.iel.nl/> og (Jochems, Merriënboer, & Koper, 2004)). Der er ikke international enighed om, hvad vi skal forstå ved et læringsobjekt. Er for eksempel en bog omfattet? Hvad med et billede? en tavle? en lærer?. Jørgen Bang nærmer sig problemet i artiklen *Hvor småt kan det blive* (Bang, 2004).

I Virtex projektet har vi sammenlignet læringsobjekter med Lego klodser. De kommer med forskellig differentieringsgrad, i forskellige farver og med forskellige funktioner, men fælles for dem er, at de kan samles med andre og herigennem danne en funktionel helhed.

Mere eksplicit har vi haft følgende overordnede krav til elementer, som skulle kunne indgå:

1. *Relevans*. Emnevalg, form og niveau skal være tilpasset eller skal kunne tilpasses de rammer, som er udstukket af undervisningsministeriets vejledning vedrørende fysik C: (http://us.uvm.dk/gymnasie/vejl/pdf/fysik_c_stx.pdf). I den nye gymnasiereform lægges der blandt andet op til et større element af projektarbejde.
2. *Mening*. Læringsobjektet skal give mening. Dette er enkelt at sige, men ikke så enkelt at definere nøjere. Mening har jo at gøre med forståelse og for-forståelse, således at nogle elever kan se mening i for eksempel et eksperiment, mens andre ikke kan se denne mening. Vores fokus i projektet har været mest på lærerens rolle som den ansvarlige for at skabe mening omkring undervisning og læring.
3. *Dramaturgi*. Opsplitning af læringsmaterialer i mindre elementer som læringsobjekter kan ses som en modsætning til et ønske om at gøre materialerne spændende og fængslende for eleverne. Det fængslende element har vi forsøgt at indtænke ved at lægge op til, at de enkelte læringsobjekter sættes sammen på en spændende måde.
4. *Kontekstfrihed*. Hvis et læringsobjekt altid indgår i en bestemt sammenhæng, er der stor risiko for, at denne sammenhæng ikke er relevant for den enkelte elev i dennes aktuelle læringsproces. Eleven befinder sig "et andet sted" end den, som lavede læringsobjektet. Før et læringsobjekt derfor kan anvendes, må det sikres, at det ikke indgår i en specifik kontekst, som gør det umuligt at genbruge det i en anden. For at kunne benytte et objekt

kan det derfor være nødvendigt at fjerne det fra dets kontekst. For video er dette af og til muligt ved at klippe konteksten fra. For physletter er det muligt at isolere selve simulationen ved at fjerne de aktuelle forsøgsomstændigheder og den omkringliggende tekst. Vores idé med at fjerne læringsobjekter fra deres oprindelige sammenhæng skal naturligvis ikke opfattes som udtryk for, at vi ikke anser konteksten for at være vigtigt. Tværtimod mener vi, at den sociale sammenhæng omkring læring har helt afgørende betydning. Blot mener vi også, at det er vigtigt i en konstruktivistisk læringsforståelse, at lærer og elever selv konstruerer den relevante kontekst. På samme måde som legoklodser kan læringsobjekter være generelle eller specifikke. Læringsobjekter, som er meget generelle og altså har egenskaber, som gør at de kan indgå i mange forskelligartede sammenhænge, har vi anset for særligt værdifulde.

5. *Kvalitet*. Er et andet begreb, som de fleste kan blive enige om betydningen af, men som er svært at definere præcist. I denne sammenhæng har vigtige kvalitative aspekter været objektets klarhed og enkelthed. Et billede eller et videoklip skal vise budskabet enkelt og direkte. Der må ikke være forstyrrende elementer, og der må ikke være tale om videokvalitet, som er væsentligt ringere end for eksempel TV.
6. *Copyright*. Der findes på markedet og fra TV mange copyright belagte materialer, som i princippet kunne være brugbare som læringsobjekter. TV programmet *viden om* fra Danmarks radio (www.dr.dk/videnom) har i arkiv på internettet en række små og større videoklip med eksperimenter eller med reportager af relevans for fysikundervisningen. På TV stationen DK4 findes ligeledes som web-arkiv en række små udsendelser, som illustrerer fysiske principper (<http://www.dk4.dk/?p=plug-arkiv-item;id=S%E5dan%20virker>). I det aktuelle projekt har vi studeret disse materialer, men kan på grund af copyright ikke lade dem indgå direkte i projektet. Materialer, som er tilgængelige via internettet, vil kunne indgå som links. Physletter fra den største web-ressource om physletter (<http://webphysics.davidson.edu/Applets/Applets.html>) må gerne bruges non-kommercielt i forbindelse med undervisning og læring, og man opfordrer til at lærere selv modificerer den sammenhæng, som physletterne indgår i med henblik på at gøre sammenhængen relevant (http://webphysics.davidson.edu/Applets/Download_Files/intro_download.html).

Anvendte Programmer

I det følgende gives en kort beskrivelse af de programmer og teknikker, som blev taget i anvendelse i forbindelse med fremstilling af Flash animationer. Med henblik på mulig genanvendelse af elementer i animationen er alle objekter som er fremstillet, tilgængelige på den medfølgende DVD og vil desuden blive tilgængelige via Virtex portalen.

Basisprogrammer

Programmerne fra Microsoft Office ikke mindst Word, Excel og PowerPoint samt internettet og søgerobotterne, har en naturlig plads ved fremstilling, distribution og fremvisning af digitale læringsobjekter. Programmerne har stor betydning i forbindelse med elevernes projektarbejde. En nøjere beskrivelse heraf falder dog uden for rammerne af nærværende projekt.

Corel PhotoPaint

Er et billedbehandlingsprogram på linie med Adobe Photoshop. Programmet blev her anvendt til at tilpasse atomer/ikoner i størrelse, og placere tekst med videre. Ikonerne, som anvendes til kontrol af den færdige Flash animation (Home, Play, Stop, Zoom in og Zoom out), er kopier fra Internet Explorer, som er tilpasset i PhotoPaint. Både for ikoner og atomer er der anvendt gennemsigtig baggrund (som GIF fil) som betyder, at en for eksempel rund struktur som et atom, ikke dækker baggrunden med et rektangel, som billederne i virkeligheden er.

(<http://www.corel.com>).

Mange gymnasielærere er bekendte med billedbehandling, og fremstillingen af digitale læringsobjekter vil normalt forudsætte brug af mere eller mindre avanceret billedbehandling. Hvilket program, den enkelte vil vælge, kan afhænge af tidligere erfaringer, og resultaternes anvendelighed for andre afhænger ikke af programvalget (ligesom valget mellem PC eller Macintosh computer heller ikke medfører problemer med kompatibilitet)

CorelRave 3.0

CorelRave er et alternativ til Macromedia Flash, men er lidt lettere tilgængelig end Flash. CorelRave tillader, at man fremstiller en skitse bestående af flere objekter (her for eksempel brændselscellen og amperemeter), objekter kan importeres (her atomer/elektroner) og alle elementer kan animeres. Der arbejdes med en tidslinie bestående af ”frames”. Animationen af

brændselscellen består således af 79 ”frames”. Ved afslutningen er animationen programmeret til at fortsætte ved ”frame” nr. 38. På den måde opnås det, at starten af animationen kun køres én gang. Objekter kan blandt andet animeres ved at lade dem følge en forud tegnet kurve.

Kontrollen af animationen (Home, Play, Stop, Zoom) kan enten programmeres internt i Flash animationen eller eksternt med JavaScript på den hjemmeside, hvori animationen indlejres. Corel Rave er anvendt til animationen af brændselscellen og af en vindmølle med elektrolyse.

(<http://www.corel.com>)

Macromedia Flash MX2004

Flash animationer fremstilles i de fleste tilfælde med programmet Flash fra firmaet Macromedia. Programmet tillader, i modsætning til Corel Rave, programmering med brug af formler, variable og konstanter ved hjælp af programmets eget programmeringssprog, som hedder ”Active Script”. Læringskurven for Flash er altså stejlere end for Corel Rave, men mulighederne er større. Flash MX2004 er anvendt til animationerne om strømforbrug i en husholdning og om et kraftvarmeværk.

(<http://www.macromedia.com/software/flash/>)

Fremstillingen af Flash animationer er meget tidskrævende, og for mange gymnasielærere vil det være nødvendigt med kurser for at komme i gang. Et sådant kursusforløb er arrangeret ved Amtscenteret for Undervisning i Viborg amt for en gruppe særligt interesserede gymnasielærere.

Autodesk 3D StudioMax

Er et meget omfattende program, som tillader fremstilling af 3-dimensionelle objekter/verdener med beskrivelser af overflader, transparens, lys- og kameraføring mm. Programmet har været anvendt til mange større filmprojekter. I denne sammenhæng blev programmet kun anvendt til at fremstille molekyler og elektroner, som fra 3D StudioMax blev eksporteret som 2D billeder.

(<http://www4.discreet.com/3dsmax/>)

Programmet er på grund af de mange muligheder særdeles komplekst og vil nok kræve længerevarende kurser for de fleste. Til gengæld giver programmet mulighed for at fremstille relativt realistiske virtuelle 3D verdener samt animationer og video.

Macromedia Dreamweaver MX2004

Er anvendt til al web programmering, herunder også fremstillingen af JavaScript til at kontrollere Flash animationer med. Kontrollen af Flash animationer muliggør, at man bedre kan vise eller diskutere enkelte hændelser i animationen og tilbyde en vis interaktion med elev/lærer.

Koden til at kontrollere Flash animationen fremgår af "View Source" på siden

<http://www.intermed.dk/virtex/BrCelle.htm> og findes udskrevet i Bilag V. JavaScript koden er inspireret af siden

<http://www.moock.org/webdesign/flash/fscommand/#javascripttoflash>

Dreamweaver er et meget anvendt program til kodning af hjemmesider. Det omfatter mange komplicerede muligheder. Alligevel er det relativt let at gå til.

Macromedia Captivate

Captivate er primært udviklet til at fremstille annoterede "screen capture" sekvenser.

Programmet hed RoboHelp, før det blev opkøbt af Macromedia. Med Captivate kan man fremstille hændelsesforløb fra skærmen ved at optage det, man gør. Undervejs eller efterfølgende kan der lægges lyd på sekvenserne, eller man kan tilføje forklarende tekstbokse. Programmet har dog mange andre funktioner, som kan være værdifulde ved fremstilling af læringsobjekter. Blandt andet er det ret let at fremstille forskellige former for quiz. Vi har lavet nogle få eksempler som kan ses på www.intermed.dk/virtex. Output formatet fra Captivate er sædvanligvis Flash, så normalt vil dette kunne afvikles både fra Windows, Mac og Linux. Objekter fremstillet i Captivate understøtter SCORM standarden for læringsobjekter (Se http://www.digitalthink.com/dtfs/downloads/products_services/wp_standards.pdf), Dette skulle give mulighed for samspil med alle de moderne e-læringsplatforme, som understøtter denne standard. Vi har dog ikke testet denne kompatibilitet.

Captivate er meget hurtigt og enkelt at komme i gang med.

<http://www.macromedia.com/software/captivate/>

Video med Adobe Premiere Pro 1.5, Discreet Cleaner og Adobe Encore 1.5

Vi benyttede Adobe Premiere Pro 1.5 til at klippe og redigering video fra de tre kameraer, som vi benyttede ved optagelsen af Fysikshowet samt til fremstilling af de mange små videoklip med vejledninger og illustrationer vedrørende brintsamfundet. Efter redigeringen blev den rå video komprimeret dels med Mpeg2 formatet til brug for video DVDen, dels med Windows Media

Video formatet til brug på nettet mv. Færdiggørelsen med kompression og deinterlacing blev foretaget med programmet Discreet Cleaner XL (<http://www4.discreet.com/cleanerxl/>) i begge output formater. DVD video med indholdsmenu blev fremstillet med Adobe Encore 1.5.

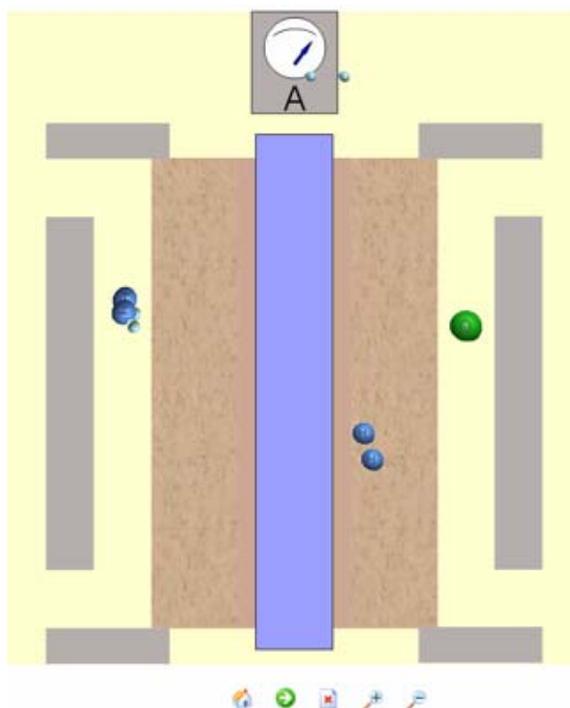
Fremstilling af video til brug i undervisningen er blevet meget lettere end for bare få år siden, men der er mange forhold, som har stor betydning for kvaliteten af det færdige resultat, og som både kræver adgang til dyrt udstyr og software, god teknisk indsigt og god erfaring. Som angivet ved flash animationer vil det være nødvendigt med kortere varende kurser for særligt interesserede gymnasielærere, hvis en produktion skal sættes i gang og sættes i system.

Fremstilling af Flash animationer

Idéen med animationer er at illustrere et sekventielt forløb, som involverer flere processer, som eventuelt kan ske samtidigt. Ved at lade animationen afvikles i en løkke gives der mulighed for at studere de enkelte delelementer separat. Øjet kan hvile på et område af animationen for at forstå, hvad der sker. Tanken er, at man gennem animationen skal opnå en slags totalforståelse af en proces. En mere aktiv læring ville ske ved at lade den lærende selv fremstille animationer. I fremstillingsprocessen tilskyndes man til at overveje mange detaljer, som man ikke nødvendigvis ellers tænker på. I brændselscellen for eksempel Brint og ilt tilgår cellen, men hvor mange atomer/ioner?

(Her er der faktisk en forenkling i vores animation, hvor ilt (O) tilgår cellen enkeltvis i stedet for parvis (O₂), som er den naturlige tilstandsform for ilt).

Hvad bliver der af de elektroner som udvindes som strøm af cellen?



Figur 11. En enkelt "frame" fra flash animationen af brændselscellen

Virtex portalen

På adressen www.hivideo.au.dk/virtex har vi opbygget en prototype til en portal til Virtex projektet.

Udviklingen af portalen har ikke haft stor prioritet i projektet, men på dette sted vil vi redegøre for de tanker, som vi har gjort os i forhold til, hvorledes portalen kan benyttes.

I det aktuelle projekt har vi foreløbigt samlet

læringsobjekter på en hjemmeside (www.intermed.dk/virtex), men vi forestiller os, at materialer fra denne side kan indgå i Virtex portalen (Se Figur 9), og at portalen derefter kan erstatte hjemmesiden.

Vi forestiller os, at alle gymnasielærere (og andre) skal kunne søge og finde læringsobjekter på portalen. Materialerne skal derfor være fri for copyright. Materialerne kan være af mange forskellige formater, men man må i henhold til vores beskrivelser i afsnittet om udvikling af læringsobjekter (se side 47) blandt andet stræbe efter *kontekstfrihed* for at sikre at objekterne kan indgå i forskellige sammenhænge.

En særlig gruppe lærere samt udviklere vil skulle benytte et brugernavn og password i forbindelse med upload og indeksering af læringsobjekter. For en succesfuld anvendelse af en sådan portal i fremtiden, vil det være afgørende, at en gruppe interesserede og engagerede gymnasielærere tager et organisatorisk ansvar for strukturen og driften. Desuden kunne man forestille sig bibliotekarisk ekspertise inddraget med henblik på at sikre en logisk struktur i materialerne. Ideer om et sådant arbejde og samarbejde findes allerede hos en gruppe lærere i Viborg amt.

Tekniske detaljer om Virtex portalen

Portalen er opbygget på en Linux baseret server og er benytter udelukkende åbne og gratis programelementer (Apache, PHP, MySql) Portalen benytter et open source Content Management System WebInsta: <http://www.webinsta.com>

Oplæg til projektforbølge om Brintsamfundet

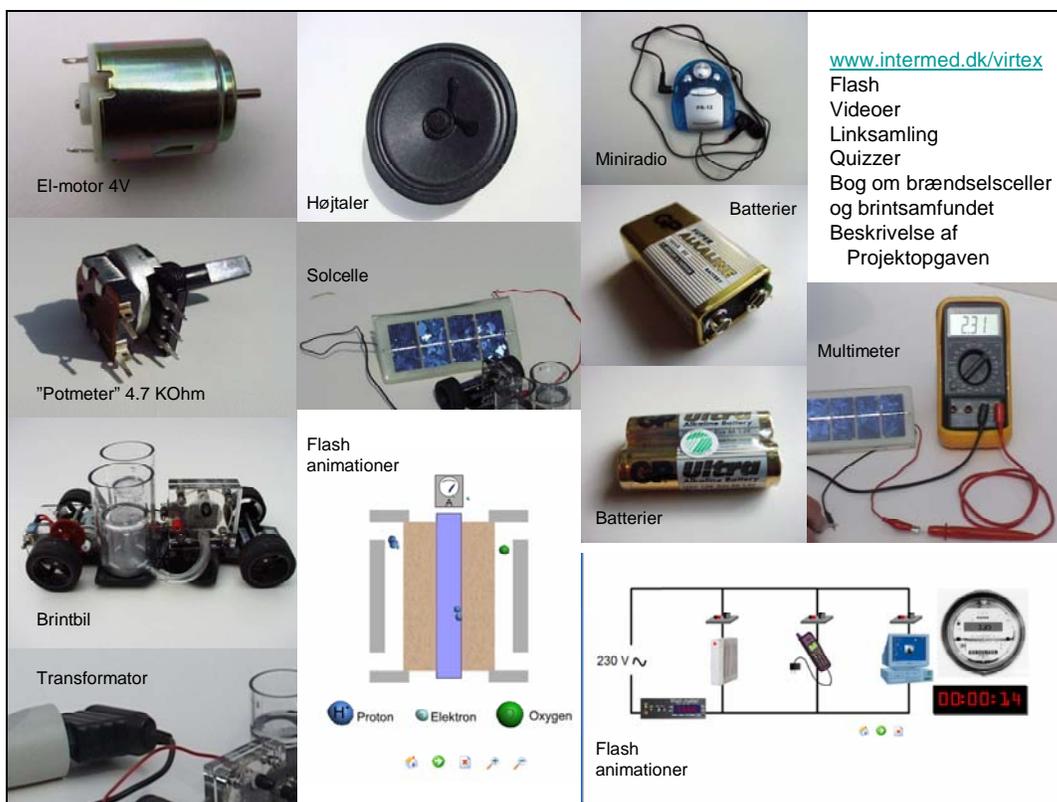
Eleverne i en 1G klasse ved Bjerringbro gymnasium gennemgik i maj 2005 et kort projektforbølge, hvor materialerne fra Virtex projektet blev afprøvet. Forløbet var af praktiske grunde nødt til at blive kort (8 lektioner), da eleverne skulle lave danskopgave i samme periode. Dette gjorde dog ikke nødvendigvis så meget, da eleverne tidligere i skoleåret har beskæftiget sig med energi og begreber som nyttevirkning og effekt, ligesom de har haft ellære, hvor blandt andet sammenhængen mellem strøm, spænding og elektrisk energi blev behandlet.

Desuden havde klassen som optakt til selve projektet først prøvet et interaktivt forløb om hydrogen og ren energi på www.viten.no, hvor de blev introduceret til sol-, brændsels- og elektrolyseceller og lærte noget om energiforbrug og energikilder. Efterfølgende gennemgik de 1. kapitel i bogen Evig Energi – brændselsceller og brintsamfundet (Trinhammer, 2005) og havde i den forbindelse gode klassesamtaler om energiforbrug i forskellige lande og energiforsyningsproblematikken.

Selve projektet kom derfor først og fremmest til at blive eksperimentelt. Eleverne skulle arbejde eksperimentelt med brintbilen og måle brændstoføkonomi og nyttevirkning af elektrolysecellen. Derudover skulle de arbejde med de forskellige smådele fra projektkassen, som de godt måtte skulle ad og lege med. Ideen var, at de her skulle prøve at lave nogle eksperimenter, der kunne illustrere energiomsættelse mellem elektrisk energi og for eksempel bevægelsesenergi. Derudover fik de også lov til at inddrage forskellige andre materialer fra fysiksamlingen i det omfang, de havde lyst til det.

Hjælpen til at komme i gang med eksperimenterne skulle de så få fra virtex-hjemmesiden (www.intermed.dk/virtex), så de fik ikke udleveret øvelsesvejledninger eller lignende, kun et papir (bilag VII) med beskrivelse af målene med projektet, de tilgængelige materialer og ressourcer. Desuden stod det specificeret hvilke typer eksperimenter de kunne arbejde med, samt hvilke ting der skulle berøres i grupperapporten.

Eleverne blev sat i grupper af læreren ud fra et ønske om at få lidt brede grupper med ”igangsætter” typer i hver gruppe, da eleverne selv skulle strukturere deres arbejde i timerne. På Bjerringbro Gymnasium bruger man Fronter som e-læringsplatform, så der blev oprettet en brintprojektmappe i klassens fysik-rum. I denne mappe lå der en kopi af projektbeskrivelsen og et link til virtex-hjemmesiden samt arkiver til alle grupper, som kun de plus læreren havde adgang til. Der var altså mulighed for, at eleverne kunne gemme alt hvad de havde af dokumenter, billeder og links på Fronter (Figur 9/10).



Figur 12. Indholdet i projektkassen for 1.y's projektopgave om brintsamfundet. Eleverne fik lov til at skille El-motor, højtaler, mini-radio samt potentiometer ad.

Lærerens observationer

Generelt gik eleverne friskt til arbejdet i den første dobbelttime, og motivationen fra de indledende timer om brændselsceller var tydelig. De fleste grupper ville gerne i gang med brintbilen med det samme, men da vi på det tidspunkt kun havde adgang til 4 brintbiler, hvoraf den ene hurtigt blev ødelagt ved et uheld (der var 6 grupper), gik nogle af grupperne også i gang med at lege med dimserne fra projektkassen. En af grupperne fik i løbet af dobbelttiden lyst til at se mere på kemisk energi (måske en inspiration fra en særlig kemiinteresseret elev) og spurgte, om de i stedet for dimserne måtte kigge på den slags energiomsætninger, hvilket de selvfølgelig fik lov til.

Alle grupperne startede med at ville have lærerens hjælp til at komme i gang med at bruge brintbilerne, og enkelte af eleverne blev lidt småfortørnede over i stedet at blive henvist til virtex-hjemmesiden, hvor der var videoer og billeder, der kunne vise dem, hvordan de kom i gang. Et praktisk problem her er, at der kun er få computere i naturvidenskabsafdelingen på gymnasiet, og disse computere er eleverne ikke vant til at bruge selvstændigt. For at se på virtex-hjemmesiden

gik eleverne derfor op i skolens studieområde, der ligger i den anden ende af skolen. Fidusen i at bruge virtex-hjemmesiden som inspiration til forsøgene blev derfor ikke så tydelig, som man kunne ønske.

Efter den første dobbelttime havde vi fået tilgang til flere brintbiler, så alle grupper kunne arbejde med disse på samme tid, og nu gik de fleste af grupperne i gang med at lave mere systematiske forsøg med brændstofforbrug og hastighed af bilerne. Bortset fra problemer med selve bilerne og de kameraer, som grupperne tog billeder af forsøgene med, var der tilsyneladende ikke brug for lærerassistance til disse forsøg. Derimod var der brug for hjælp både til opstilling af forsøgene og beregning af tallene i forbindelse med beregning af elektrolysecellens nyttevirkning.

I de sidste timer i projektet blev der af forskellige årsager ikke arbejdet så meget med tingene, så de fleste elever fik ikke arbejdet med hverken de overordnede spørgsmål eller med dimserne fra projektkassen. I forbindelse med nogle repetitionsdage, der ligger efter færdiggørelsen af denne rapport, vil der muligvis blive samlet op på dette.

Elevernes observationer

Efter gennemførelsen af projektforløbet i 1.y, havde vi planlagt et interview med to af eleverne, en pige og en dreng, for at høre om deres umiddelbare feedback på det konkrete projekt. Det viste sig imidlertid af praktiske grunde ikke at være muligt at gennemføre disse interviews. Vi anser det for væsentligt at supplere empirien med elevinterviews i forbindelse med det fremtidige arbejde med Virtex database. Interviewguide til elevinterviews findes som bilag II.

Læreren forventninger til rapporterne

Eleverne skal først aflevere deres rapporter i forbindelse med en årsprøve, der er blevet konverteret om til to repetitionsdage, så vi kan ikke nå at få en vurdering af elevrapporterne med i denne rapport, men vi kan komme med nogle bud på, hvad der vil være spændende at se på i disse rapporter.

For det første vil det være spændende at se, om eleverne vil være i stand til at give en god beskrivelse af deres eksperimenter. Selvom klassen før har lavet eksperimenter uden ”køgebogsopskrifter”, er de vant til at have ret detaljerede beskrivelser at støtte sig til, når de laver eksperimenter. De har ikke været vant til selv at beskrive målene med eksperimenterne, så det vil være interessant at se, om eleverne kan bruge den eksperimentelle repræsentationsform i rapporterne.

Når de skal belyse fordele/ulemper ved forskellige energiformer mm., vil det være spændende at se, om de kan bruge begreberne rigtigt og sætte dem i forbindelse med hinanden. Det er altså interessant, om de kan bruge den begrebsmæssige repræsentation.

Det vil være interessant at se, om de kan koble de forskellige eksperimenter med henholdsvis brintbil og dimser sammen med de overordnede overvejelser om energiformer og brintsamfundet.

Sidst, men ikke mindst: kan de bruge de virtuelle ressourcer til hvert af ovenstående punkter? Kan de bruge for eksempel animationerne til at koble deres egne eksperimenter sammen med det samfundsmæssige perspektiv?

Især det sidste er nok usikkert, da de otte lektioner i selve projektdelen ikke har givet meget tid til, at eleverne har kunnet overveje selve rapporten. De har derfor fokuseret på eksperimenterne og har ikke givet sig tid til at undersøge de virtuelle ressourcer i større omfang. Man kan håbe på, at eleverne vil gøre dette i forbindelse med selve rapportskrivningen. Det vil blive nødvendigt at afsætte noget tid i selve repetitionsdagene til at lade eleverne få et større overblik.

Det samme projekt i en Fysik C klasse efter gymnasireformen

Hvis man skal lave et tilsvarende projekt efter gymnasireformen, bør man være klar over forskellene på at lave et sådant projekt i slutningen af skoleåret i en matematisk 1.G og for eksempel midt i året i en fysik C klasse.

1.y er en matematisk klasse, hvor eleverne ikke på forhånd har været afskrækket ved tanken om at have matematik og fysik i mindst to år til et B-niveau. I det nuværende fysik for matematikere arbejder man traditionelt temmelig grundigt med energi og ellære i det første år, og når man når til skoleårets slutning, er eleverne i større eller mindre omfang fortrolige med en del af de begreber, som bruges i et emne som brintsamfundet, selvom det selvfølgelig er en ny sammenhæng. Desuden er eleverne blevet vænnet til fysik som gymnasiefag, de er altså (forhåbentlig) kommet over de overgangsproblemer, som kendes i fysik mellem folkeskole og gymnasium.

Derimod vil en fysik C klasse efter reformen kunne bestå af elever, der har dårlige erfaringer med fysik fra folkeskolen, og som egentlig kun tager faget, fordi de er nødt til det. Samtidig er ellære ikke en del af det obligatoriske pensum i Fysik C, og selvom man godt kan tage det som valgfrit stof, skal man på et år også nå energi-emnet, lys og lyd samt verdensbilleder og astronomi. I et sådant projektforsøg vil det altså være vigtigt at sætte et passende niveauet.

For at få en bedre sammenhæng mellem repræsentationsformerne vil det være en fordel med et længere forløb, hvor teori og eksperimenter så bedre vil kunne støtte hinanden. Desuden skal mulighederne i det virtuelle, tydeliggøres for eleverne. Derfor skal man nok også tænke rent praktisk på, hvordan eleverne nemmere har adgang til både teori, eksperimenter og computer på én gang. Der bør være let adgang til computere med netadgang under hele projektet, og læreren skal illustrere overfor eleverne, hvordan virtex-hjemmesiden kan bruges konkret i flere forskellige sammenhænge.

Det vil være vigtigt, at strukturen fra Figur 10 medtænkes, når projektet præsenteres for eleverne, så de lettere kan forstå, hvad der forventes af dem.

Analyse af produktet

Af tidsmæssige grunde har vi ikke kunnet foretage en seriøs afprøvning af produktet med efterfølgende analyse af de fremkomne resultater. Det bedste ville være, hvis vi havde haft nogle lærere til at afprøve produktet i egen undervisning, så vi både havde fået lærerens og elevernes reaktioner, men det har ikke været muligt. Vores produkt er først blevet praktisk anvendeligt relativt sent på skoleåret, hvor langt de fleste klasser og lærere ikke har mulighed for at bruge tid på stof udenfor pensum. Vi kunne så have ladet nogle lærere vurdere det udenfor undervisningen, men vi har valgt at lade være, da en seriøs vurdering også havde krævet en del af de pågældende lærere, og i et forår, hvor langt de fleste gymnasielærere har haft store arbejdsbyrder i forbindelse med den kommende gymnasireform, følte vi ikke, at vi kunne bede om en så stor arbejdsindsats.

Det er oplagt, at der følger et større analysearbejde med, hvis der skal arbejdes videre med Virtex portalen.

Konklusioner og perspektivering

Teorien og empirien

Vi vil her prøve at få et overordnet blik på, hvordan vores teori og empiri hænger sammen med henblik på at nærme os et svar på vores problemformulering om, hvordan man kan designe et virtuelt læringsprodukt, så det bliver et effektivt supplement til den eksisterende fysikundervisning.

Repræsentationsformer

I fysikshowet så vi, hvordan der blev arbejdet med de fleste af repræsentationsformerne, som er beskrevet af Dolin. Det er tydeligt, at fysikshowet ofte får lavet et vellykket samspil mellem repræsentationsformer, som når Jonas bliver aktør i en billedlig repræsentation af, hvordan den eksperimentelle repræsentation fungerer, eller Annette bliver den billedlige repræsentation af den kinæstetiske repræsentation. Omvendt ser vi også, hvordan eleverne har svært ved at forholde sig til Karsten fra Fysikshowet, da han starter med den abstrakte og svære begrebsmæssige repræsentation inden selve eksperimentet. Og mon ikke det er en situation, der opstår meget hyppigere i den almindelige undervisning? Læreren snakker om begreberne, længe inden eleverne er nået til at kunne bruge den repræsentationsform!

I interviewet understreger U, at de virtuelle eksperimenter ikke må erstatte de virkelige eksperimenter, men han ser samtidig de virtuelle eksperimenter som et vigtigt supplement til den øvrige undervisning. En tolkning kan være, at den billedlige repræsentation skal kobles sammen med de andre repræsentationsformer.

Dette minder om Jens Dolins tilgang, hvor mængden af transformationer og links imellem de forskellige repræsentationsformer er et udtryk for graden af fysikforståelse.

Man kan i denne sammenhæng problematisere det konkrete projekt i 1.y, hvor de forskellige dele tidsmæssigt og stedmæssigt kom til at ligge for langt fra hinanden, hvilket kan gøre det svært at få transformationerne mellem de forskellige repræsentationsformer til at fungere.

Dialog i læring

I fysikshowet er det tydeligt, at dialogen spiller en stor rolle. Som vi tidligere har nævnt, er det ikke på alle punkter, at dialogen mellem fysikshowets folk og eleverne lever op til Olga Dysthes begreber til at fremme dialogen, men det lykkes nu alligevel at få noget, der ligner det indre

overbevisende ord hos eleverne. I interviewet bruger U meget begrebet nærvær, der nok dækker over det samme, nemlig der hvor eleverne er engagerede.

Elevernes interesse bliver tabt, når undervisning kommer til at blive det ydre autoritative ord. Netop derfor bliver projektarbejde og gruppearbejde interessant, da dialogen der har bedre chance for at være ligeværdig. Med Dysthes begreber er der større mulighed for autentiske spørgsmål mellem eleverne indbyrdes end mellem lærer og elever, og i et velfungerende gruppe- eller projektarbejde vil der oftest være tale om opfølgning og høj værdisætning på den enkelte elevs bidrag til processen.

Autentisk læring

I interviewet lægger U meget vægt på værdien af autenticitet for eksempel i forbindelse med brugen af videooptagelser til at måle på bevægelser. Han kommer også meget ind på, at emnerne skal komme tæt på elevernes hverdag, som det gør for pigen, der kan relatere brændselscelleteknologien til sin egen mobiltelefon, eller når man i bølgelæren tager udgangspunkt i musikinstrumenter. U's former for autenticitet er altså i overensstemmelse med med Dolins tre former for autenticitet, nemlig den personlige, den samfundsmæssige og den faglige autenticitet, hvor der i eksemplet med videooptagelserne er tale om en faglig autenticitet, mens pigen og telefonen handler om den personlige autenticitet. Hele emnet med brintsamfundet er selvfølgelig samfundsmæssigt autentisk.

I fysikshowet bliver autenticiteten lidt anderledes. Godt nok er en del af forsøgene og forklaringerne personligt autentiske, som når de forklarer, hvordan nerveimpulser er elektriske impulser, men mange af emnerne i fysikshowet bliver mere autentiske i kraft af undervisernes egen autenticitet som fysikere. Det er motiverende for eleverne, når de føler at de forstår det, som nogle ”rigtige fysikere” demonstrerer og forklarer. Det ville ikke være nær så motiverende, hvis det var elever fra parallelklassen, som udførte og forklarede de samme forsøg.

Dramaturgi og narrativitet

Jørgen Bang beskriver i *Læring og Multimedier* (Danielsen, 1999) nogle af relationerne mellem multimedier, interaktion og narrativitet og sætter spørgsmål ved begrebet *edutainment* og ved mulighederne for at gøre episke præsentationer interaktive. Dramaet er konstrueret af andre, og overførslen af et drama fra én situation eller person til en anden kan være problematisk.

Tilsvarende nævner Jørgen Bang vedrørende spil, at selvom det kræver aktiv deltagelse fra den lærende at sætte spillet i gang, så er det spillet der spiller, mens de agerende *spiller med* på spillets betingelser.

Karin Levinsen (Levinsen K. i (Nielsen, Danielsen, & Holm Sørensen, 2002)) fører denne diskussion videre og peger på en række problemer ved at overføre det lineære narrative til det virtuelle og interaktive. Der er en tendens til, at fortællingen får en autoritativ karakter, og at eleverne derved vil opfatte fortællingen som sandheden, det rigtige svar, noget færdigt, som de ikke er en del af.

Karin Levinsen (2002)

Citat 4:

Linear narrative suppresses the urge to pose questions

Citat 5:

Investigation is about having a non-linear but still focused approach to the material as a whole

Der er altså både fordele og ulemper ved at tænke narrativitet og dramaturgi ind i fysikundervisningen. Som det ses i sekvensen med Christian mod 9volts batteriet skaber dramaturgien en spænding, som er med til at fange elevernes interesse, og som nok også gør, at de husker situationen bedre. Desuden kan narrativitet i fysikundervisningen som nævnt bruges til at skabe forbindelse mellem elevernes hverdag og fysikken, så man undgår opbygningen af to parallelle forklaringsverdener hos eleverne. Som også U er inde på i interviewet, skal læreren skabe en indpakning af emnerne, så eleverne bliver motiverede.

Problemet opstår, når fortællingen bliver passiviserende. Måske føler eleverne sig underholdt, men hvis de ikke forholder sig aktivt til det, de skal lære, ender vi langt fra den konstruktivistiske ide om, at man selv skal konstruere sin viden.

Dramaturgien skal altså være aktiverende, som når fysikshowet inddrager eleverne aktivt i eksperimenterne, eller når de ligefrem afkræver svar fra passive elever, der helst ikke vil komme med gæt på noget som helst. Hvis den lineære narrativitet forhindrer eleverne i at stille spørgsmål (jævnfør citat 4), forsøger fysikshowet i stedet at få eleverne til at svare på deres spørgsmål.

Dette er en teknik, som enhver fysiklærer kender til: tving eleverne til at være med i undervisningen ved at afkræve dem svar på dine spørgsmål. Det er selvfølgelig en negativ metode, som næppe medfører ægte motivation, og når fysikshowet slipper godt fra det, er det da også kun fordi det gøres med en vis humor, og eleverne ved at det er uforpligtende. Desuden har underviserne fra showet en vis fornemmelse for, hvilke elever de kan tillade sig at spørge.

Spørgsmålet er så, hvordan man kan udnytte de gode sider af dramaturgien uden at få de negative med. Der findes næppe nogen vidunderløsning, men vi mener, at man skal være meget opmærksom på elevernes aktive deltagelse, og at selvstændigt projektarbejde kan være en måde at sikre sig imod for meget linearitet. Dramaturgien kan bruges som små elementer rundt omkring til at skabe nysgerrighed og engagement. Navnlig når man har elementer i fysikken, som virker

overraskende eller spændende i forhold til hverdagsforestillingerne, kan dramaturgien bruges til at skabe spænding og motivation til at få de to verdener til at hænge sammen.

I vores arbejde med hvordan virtuelle læringsobjekter kan bringes i spil sammen med både virkelige læringsobjekter og med lineære dramaturgiske forløb, har vi derfor fundet det væsentligt, at hovedvægten i elevernes arbejde kunne være på det projektorienterede gruppearbejde. Vi har forsøgt at indtænke muligheder for, at eleverne selv kan eksperimentere, konstruere, reflektere, diskutere, skille ad samt famle, sprænge og samle (jævnfør Citat 6).

Halfdan Rasmussen (1949)

Citat 6:

At lære er at famle, i mørket, blind og stum, at sprænge eller samle, sit eget verdensrum

Det virtuelle læringsprodukt

Vores problemformulering lød således:

Hvordan kan man designe et virtuelt læringsprodukt så det kan fungere som et effektivt supplement til den eksisterende fysikundervisning i Fysik C i gymnasiet

For at opsummere fra det foregående afsnit skal man altså forsøge at skabe links og transformationer mellem de forskellige repræsentationsformer, man skal skabe en indre overbevisende dialog hos eleverne, der skal være autenticitet i undervisningen enten via emner eller via metode, og man skal skabe spænding og motivation ved at bruge dramaturgien, men uden en lineær narrativitet, som forhindrer eleverne i aktivt at skabe deres egen forståelse.

Virtuelle eksperimenter skal være med til skabe sammenhæng, dels imellem repræsentationsformerne, dels mellem elevernes hverdag og fysikken. Der synes at være god overensstemmelse mellem vores erfaringer med undervisning og læring, det konstruktivistiske syn på undervisning og læring og resultaterne fra det aktuelle projekt, når vi konkluderer, at man næppe vil kunne lave et samlet og dækkende virtuelt læringsprodukt, som kan skabe disse sammenhænge i sig selv. I stedet har vi valgt at lave en række små læringsobjekter, der kan supplere både hinanden og den eksisterende undervisning. Disse læringsobjekter er samlet på et web-site, men det er meningen, at de skal blive en del af en Virtex-portal, der kan udvides af særligt entusiastiske fysiklærere. På grund af de begrænsede muligheder vi har haft for at lave opfølgende arbejde efter projektforløbet, er empirien på dette punkt ikke fyldestgørende, hvilket

må tages i betragtning, når resultaterne fortolkes. Selvom vi mener at have nærmet os en arbejdsform med integration af virtuelle eksperimenter, som kan se lovende ud, giver resultaterne naturligvis ikke i sig selv holdepunkt for at udelukke, at andre tilgange, for eksempel med større vægt på det virtuelle arbejde, også ville kunne være mulige.

Vores metafor for læringsobjekterne og websitet er en kasse med legoklodser. Når man køber sådan en kasse, er der et eller flere forslag til, hvad man skal bygge af de givne legoklodser, men legoklodser bliver først for alvor fantastisk legetøj, når man bygger sine egne modeller, og især når man har tilpas mange legoklodser til at kunne bygge ”hvad som helst”.

Hvis man skal føre metaforen videre, er det hverken ligegyldigt hvilke klodser, man har i forvejen, eller hvilke man får i den nye kasse. De gamle klodser skal kunne bruges til lidt af hvert, og de nye må gerne være noget, man ikke havde i forvejen, så man med den nye kasse kan mere, end man kunne før.

Vi mener at virtuelle læringsobjekter kan noget, som man ikke kunne før i undervisningen. For eksempel er der nye muligheder i animationer og videoklip, som ikke findes med tavle og kridt, og ideen med websitet er blandt andet også at give eleverne en mulighed for at få hjælp til at komme videre i et emne uden læreren, for eksempel i forbindelse med udførelsen af eksperimenter.

Men samtidig stiller vores ønske om, at der skal skabes sammenhæng også krav til den eksisterende undervisning, og det er klart, at vores konstruktivistiske tilgang også bør høre sammen med konstruktivisme i den ikke-virtuelle del af undervisningen.

I indledningen til denne rapport stillede vi 6 spørgsmål, der havde været en del af vores motivation i forhold til problemstillingen:

1. Duer virtuelle eksperimenter overhoved til noget?
2. Hvis de har læringsmæssig værdi, hvor og hvordan kan de så bedst benyttes?
3. Hvor svært, dyrt og kompliceret er det at fremstille virtuelle fysikeksperimenter?
4. Kan det lade sig gøre at integrere virtuelle eksperimenter i øvrige undervisnings- og læringsaktiviteter i fysik?
5. Vil det, ud fra en konstruktivistisk læringsopfattelse, være muligt at støtte aktiv læring ved hjælp af virtuelle eksperimenter, eller vil eksperimenterne i stedet kunne risikere at cementere en positivistiske eller empiristisk læringsopfattelse?

6. Og, skulle det vise sig at virtuelle eksperimenter kan være gode og nyttige, hvordan kan man så få travle fysiklærere til at interessere sig for dem?

Det er klart, at vi i dette speciale ikke har nået nok rundt om spørgsmålene til at kunne besvare dem fyldestgørende. Vores empiri, specielt i forhold til analysen af elevernes brug af produktet i et projektforsøg, er utilstrækkelig til håndfaste konklusioner. Alligevel vil vi forsøge at give svar i det omfang, vi skønner det er muligt.

Duer virtuelle eksperimenter overhoved til noget?

Ja, det mener vi faktisk at de gør. De kan ikke erstatte virkelige eksperimenter, men de kan dels illustrere ting, som ikke kan vises med virkelige eksperimenter, og dels kan de bruges til at skabe forbindelse mellem flere repræsentationsformer i fysikken, for eksempel den eksperimentelle repræsentationsform og den billedmæssige eller den begrebsmæssige repræsentationsform.

Hvis de har læringsmæssig værdi, hvor og hvordan kan de så bedst benyttes?

Her er det svært at give et entydigt svar, men i forlængelse af det foregående kan man sige, at de med fordel kan benyttes der, hvor de analoge teknikker kommer til kort. Det vil blandt andet sige overfor bevægelse, 3D visualisering, og repræsentationer af forhold, som ellers unddrager sig nærmere analyse. Overordnet mener vi at virtuelle eksperimenter bør bruges der, hvor de kan skabe en større sammenhæng for eleverne.

Hvor svært, dyrt og kompliceret er det at fremstille virtuelle fysikeksperimenter?

Det er meget tidskrævende at lave velfungerende virtuelle fysikeksperimenter. Der bør bruges tid på at overveje, hvilke eksperimenter man vil lave og hvorfor, og der skal bruges tid på at programmere dem. Det koster for eksempel mange timer at lave en velfungerende flash animation. I øjeblikket ser der ikke ud til at være indtjeningsmuligheder ved fremstilling af virtuelle eksperimenter, så de vil fortrinsvis skulle laves af entusiaster, der forhåbentlig kan få en i det mindste symbolsk aflønning for det rundt omkring på skolerne. Vi forventer ikke, at den almindelige fysiklærer vil kunne gå i gang med at lave virtuelle eksperimenter, så det er vigtigt at skabe mulighed for kombination og genbrug af entusiasternes arbejde. Vores portal vil forhåbentlig kunne bruges i en sådan sammenhæng.

Kan det lade sig gøre at integrere virtuelle eksperimenter i øvrige undervisnings- og læringsaktiviteter i fysik?

Ja, det mener vi godt at det kan. Det kræver dog, at de tekniske løsninger er til stede, og selv da kan det gøres på mange måder, som ikke nødvendigvis alle er lige hensigtsmæssige.

Vil det, ud fra en konstruktivistisk læringsopfattelse, være muligt at støtte aktiv læring ved hjælp af virtuelle eksperimenter, eller vil eksperimenterne i stedet kunne risikere at cementere en positivistiske eller empiristiske læringsopfattelse?

Vi tror på, at man kan bruge virtuelle eksperimenter i en konstruktivistisk læringsituation, hvor eleverne konstruerer deres egen viden, og hvor undervisningen er mindre lærerstyret, men virtuelle eksperimenter kan også bruges i en lærerstyret undervisning præget af monolog og det autoritative ord.

Og, skulle det vise sig at virtuelle eksperimenter kan være gode og nyttige, hvordan kan man så få travle fysiklærere til at interessere sig for dem?

Her er der oplagt basis for et nyt projekt. Vi håber på, at man kan få flere til at bruge virtuelle eksperimenter ved at gøre dem lettilgængelige, men selve det at få lærere til at ændre undervisningspraksis er et stort og spændende problem, som vi slet ikke har været inde på.

Hvad så nu?

Der er næppe nogen tvivl om, at virtuelle eksperimenter vil komme til at fylde mere i fysikundervisningen fremover. Flere og flere lærere får øjnene op for at de findes, og de tekniske muligheder for at bruge dem i undervisningen bliver stadig bedre.

Samtidig vil gymnasierreformens ændring af fysikfaget betyde, at det bliver nødvendigt med mere lettilgængelige vinkler i fysikundervisningen. Det vil være oplagt at forsøge at udnytte mulighederne med for eksempel interaktive animationer. Der vil blive mere projektarbejde i det nye gymnasium end tidligere. Dette kræver bedre muligheder for at lade elever arbejde selvstændig med emnerne og kan i sig selv blive et argument for virtuelle eksperimenter.

Vi mener, at det fremtidige arbejde med virtuelle eksperimenter må inddrage to grupper af gymnasielærere. Den ene gruppe er de entusiastiske lærere, der får lyst til selv at udvikle virtuelle

læringsobjekter. Her håber vi at få blandt andet nogle entusiastiske lærere fra Viborg amt, som i forvejen beskæftiger sig med at lave virtuelle eksperimenter, til at fortsætte Virtex portalen, hvor vi sluttede i det aktuelle projekt, så den kan blive et redskab for en anden gruppe af lærere, nemlig de som er lidt usikre på brugen af computere i undervisningen. Hvis det bliver let at finde de virtuelle læringsobjekter på en sådan portal og indpasse dem i egen undervisning og læring, håber vi at kunne få flere i gang med at udnytte potentialerne i de virtuelle eksperimenter.



Litteratur

Ausubel, David P., Novak, Joseph D., & Hanesian, Helen (1978). *Educational psychology. a cognitive view*. (2. ed. ed.) New York: Holt, Rinehart and Winston.

Bang, Jørgen (2004). Hvor småt kan det blive i M.Georgsen & J. Bennedsen (Eds.), *Fleksibel læring og undervisning - erfaringer, konsekvenser og muligheder med ict* (pp. 24-37).

Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.

Bang, Jørgen (1999). Multimedier, interaktion og narrativitet - edutainment eller læring. i

Danielsen, Oluf (Ed.). *Læring og multimedier*. Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.

Dolin, Jens (2003). *Fysikfaget i forandring. læring og undervisning i fysik i gymnasiet med fokus på dialogiske processer, autencitet og kompetenceudvikling. Ph.D. afhandling i fysikdidaktik*. Roskilde: IMFUFA.

Gee, James Paul (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*.

New York: Palgrave Macmillan.

Hansen, G., Brink Lund, K., Pedersen, P. B., Krogh, L., Thomsen, P. V., Touborg, J. P. et al.

(1993). *Eksperimentets rolle i fysikundervisningen* Århus: Center for studier i

fysikundervisning, Aarhus Universitet.

Harms Larsen, Peter (2003). *De levende billeders dramaturgi: 2. TV*. København: DR.

Jochems, Wim, Merriënboer, Jeroen, & Koper, Rob (2004). *Integrated e-learning*.

implications for pedagogy, technology and organization. London: RoutledgeFalmer.

Nielsen, Henry & Paulsen, Albert Chr (1992) (Ed). *Undervisning i fysik. den*

konstruktivistiske idé. (1. udgave ed.) København: Gyldendal.

Levinsen, Karin (2002). When narrative becomes an obstacle i Nielsen, Janni, Danielsen, Oluf, & Holm Sørensen, Birgitte (2002) (Ed). *Learning and narrativity in digital media*. København: Samfundslitteratur.

Schank, Roger C. (1990). *Tell me a story. a new look at real and artificial memory*. New York: Scribner.

Trinhammer, Ole (2005). *Evig energi? Brændselsceller og brintsamfundet*. København: Fysikforlaget.

Undervisningsministeriet (2005). Læseplan for Fysik C. Undervisningsministeriet [On-line]. http://us.uvm.dk/gymnasie/vejl/fysik_c_stx/fysik_c_stx.pdf . (Tilgået maj 2005)

Bilag

I. Interviewguide til interview med underviser (U)

Introduktion

Introduktion til vores projekt, praktisk om interviewet, fortrolighed.

Vi beder U om at fortælle om sig selv, navn, alder, hvor længe han har undervist i fysik, og hvad han ellers er involveret i (Fysiklærerforening, Amtscentret for undervisning etc.)

Om hans erfaringer med virtuelle eksperimenter

Desuden om hvordan han kom i gang med at bruge virtuelle eksperimenter, hvilke han har brugt, hvor meget han har brugt dem, samt hvordan det er gået med at bruge dem.

Desuden om han bruger dem lige så meget nu, hvor det ikke er en del af et forsøg.

Har hans brug af virtuelle eksperimenter smittet af på fysikkolleger på VK?

Om forholdet mellem stofområder og virtuelle eksperimenter

Er der forskel på de forskellige emner, og i hvilke stofområder virker det mest oplagt at bruge virtuelle eksperimenter?

Er der emner som er uegnede til netstøttet læring?

Generelt

Hvor stor en del af undervisningen kan gøres netstøttet?

Hvad bør man være opmærksom på, når man laver virtuelle eksperimenter?

Er der nogle metoder som er særligt velegnede, f.eks.:

- a) Video
- b) Tekster
- c) Simple animationer
- d) 3D visualiseringer
- e) Quiz
- f) Interaktive materialer
- g) Underholdende/spændende

Om ønsker

Hvilke virtuelle eksperimenter kunne du særligt godt tænke dig at vi skulle lave?

Er der f.eks. særlige stofområder, hvor der burde være flere tilgængelige virtuelle eksperimenter?

Eller specielle typer af virtuelle eksperimenter som mangler?

II. Interviewguide til interview med elever

Introduktion

Introduktion til vores projekt, praktisk om interviewet, fortrolighed.

Vi beder eleverne om at fortælle kort om sig selv, syn på gymnasiet og fysikundervisningen

Om erfaringer med Virtex

Hvordan

Hvor meget

har E arbejdet med materialer fra projektet

Om forholdet mellem forskellige tilgange til læringen i det aktuelle projekt

Gruppen

Projektkassen

www.intermed.dk/virtex

Læreren

Regnerne

Lærebogen

At skille ad

Om forhold til virtuelle eksperimenter i almindelighed

Hvordan er det at arbejde med virtuelle eksperimenter?

Hvordan var det med Fysik Showet?

Hvad er den bedste måde at lære på ?

III. Interview: Transskription

Transskription af interview. Virtex, MIL.	
Transskriptionsprocedurer:	
Vi transskriberer især af hensyn til analysearbejdet.	
Vi transskriberer så ordret som muligt, for også at kunne analysere den konkret anvendte sprogbrug lingvistisk, dvs. vi forsøger at skrive den eksakte (ord)lyd. Vi hjælper læseren med understøttende tegnsætning, idet vi dog er klar over det fortolkningsmæssige aspekt i selve transskriptionen af en social situation.	
Vi betragter således lydfilen som den primære kilde.	
Tegn	Betydning / bruges når...
,	Udover almindelig grammatisk kommatering, bruger vi komma som visuel hjælp til at adskille talesprogs-elementer i lydbilledet, som vi ikke mener hører tæt sammen.
..	Lille adskillelse i sproglig sammenhæng
...	Lidt større adskillelse i sproglig sammenhæng
Kursiv	Fremhævelse (tryk eller betoning i lydbilledet)
[]	Forklarende kommentar, fx [latter]
U	U Står for underviser
S,J	S: Signe, J: Jens

Lærer U

Tid Ca.	I/U Nr.	Replik	Bemærkning /Analyse
0:57	S1	Hvis du vil fortælle om dig selv og med dine erfaringer og hvad du ellers laver.	
1:04	U1	Jeg hedder "A" og jeg er 58 og har været ansat her på Viborg Katedralskole siden 1973 og de sidste 10 år, godt og vel, har jeg samtidigt været ansat på Amtscentret, hvor jeg har været med til at lave kurser og udviklingsarbejde for lærerne her i amtet. Det her med virtuelle eksperimenter, det er noget der først er kommet ind de senere år selvfølgelig fordi det har ikke været muligt før – det er først for ... 5 år siden at jeg rigtigt kunne se mulighederne ... [Afbrydelse vi flytter] Tingene hænger jo utroligt meget sammen, så derfor er det svært at lave en struktureret beskrivelse af, hvad det egentlig er jeg har været så heldig at få lov til at arbejde med. Et af projekterne, det gik ud på	

		<p>at vi brugte nogen autentiske optagelser. Her kan i se.. det er selvfølgelig fra Apollo projektet hvor der er en astronaut, der hopper oppe på månen, her er der et andet billede af en raket der bliver sendt af sted. Nu er det lidt tilfældigt at det er indenfor samme emne. Der er mange andre muligheder. Der lavede jeg et forsøg med et højniveau-hold, sammen med en kollega, ovre fra Stenløse Gymnasium hvor vi i 3.g fik lov til at lave en lidt anderledes skriftlig studentereksamen. Eleverne de fik for halvdelen af opgavernes vedkommende de normale opgaver, på papir, hvor man slår op i en formelsamling, eller også husker man hvordan tingene hænger sammen, så skriver man ned, og så håber man at den besvarelse, man har lavet på papir, den er rigtig. I den anden halvdel af tiden, der fik vi lov til at præsentere eleverne for to videoklip, på en CD rom, og så var der selvfølgelig stillet nogle spørgsmål, spørgsmålene der er hernede, og de minder jo på mange måder om de spørgsmål man ellers stiller, ved sådan en opgave. De skal lave – tegne en graf ud fra det der videoklip og så skal de bestemme en værdi for tyngdeaccelerationen på månens overflade. Og det foregår ved at vi brugte et program, der hedder <i>Videopoint</i>, hvor den her sekvens bliver afspillet, og så går eleverne ind og klikker på et bestemt sted på astronauten. Det kan være den øverste kant af tornysteret, og der laver de så et klip for hvert billede, og så finder de ud af hvordan astronauten bevæger sig opad som funktion af tiden, og hvis de ellers ved hvordan tingene hænger sammen rent teoretisk, så kan de også finde ud af hvad tyngdeaccelerationen er på månen. Og de får ca. den der sjettedel af hvad den er nede på jorden. Men forskellen på det her og så en traditionel opgave det er jo at eleverne, de går ind i selve opgaven og er aktive. De skal egentlig selv være med til at opsamle de data som de skal bearbejde i det efterfølgende. Så på en eller anden måde så kommer eleverne i højere grad til at føle et medejerskab, af det, der foregår. De kolleger, som er eksamensvagter den dag hvor eleverne sad med CD rommerne, de fortalte mig bagefter at de havde ikke oplevet elever være så aktive, i en eksamenssituation,</p>	
6:05	J2	Det var selve eksamen..	
6:06	U2	<p>Det var studentereksamen, ja, og vi har selvfølgelig arbejdet med det i årets løb, ikke bare sådan at de fik nogen færdige optagelser, men også sådan at eleverne selv skulle lave optagelser, Fx, såh kunne man smide en bold ud i lokalet, og så laver eleverne selv en optagelse, af den der bevægelse og finder ud af at banekurven, den kan fittes med meget, meget god tilnærmelse til en parabel. En kaste-parabel, og så kan de ellers finde ud af hvordan bevægelsen er – om den er med eller uden luftmodstand, der er forskel på om det er en stålkugle man smider ud eller det er en bordtennisbold. Det vil de tydeligt kunne registrere. Der er en forskel i bevægelsen. Så eleverne, de var fortrolige med programmet, og de var også fortrolige med selv at lave optagelser. De vidste hvordan man analyserer dem. Det de ikke vidste, var selvfølgelig hvilket klip de nu fik der til eksamen. Der skulle vi gøre det at vi skulle sende... jeg tror det var otte forskellige klip ind til opgavekommissionen, og så valgte de to af dem ud og sendte så Cd-rommer til de to skoler.</p> <p>Så det var et forsøg, jeg synes egentlig at det var spændende at være med til. Og hvor vi også prøvede at lave det der Videopoint på andre</p>	<i>Timeren er død</i>

		niveauer end højniveau og jeg synes det er en god ny måde at lave kinematik på i undervisningen. Fordi tingene er visuelt meget klare. <i>Timeren</i> er død – i fremtiden vil jeg ikke lave en timer-øvelse. Du kender den formentlig, sådan et lod der trækker en papirstrimmel som kan banke 100 prikker pr sekund, så kan eleverne ved at sidde og måle finde ud af forskellige ting om det frie fald, men det er jo langt bedre at droppe en bold – eller hvad det nu er – og så lave en videooptagelse, så kan eleverne, på computerskærmen se at bevægelsen foregår hurtigere og hurtigere og de kan måle på accelerationerne ved at lave forskellige grafer.	Video giver eleverne et mere direkte forhold til faldbevægelsen Timer strimlen er mere abstrakt
8:00	J3	Det kan de altså bedre hvis de har det på video	
8:03	S3	Der er problemer er antallet af billeder pr sekund	
8:05	U3	Ja, nu kunne man jo selvfølgelig ønske sig at man havde nogen kameraer, der kan optage <i>mere</i> end 25 billeder pr. sekund, i en rimelig prisklasse, Man kan jo få nogen der kan tage 100 eller 500 billeder, men de er meget kostbare fordi de bliver produceret i så lille et antal. Men 25 billeder er trods alt nok til de fleste bevægelser, er det min erfaring. Det er sted hvor IT kommer ind, synes jeg, på en fantastisk god måde. Visuelt er det der sker indenfor bevægelseslæren indenfor kinematikken, blevet langt bedre end det var tidligere. Mange elever, tror jeg, fattede ikke rigtigt hvorfor de skulle sidde og måle ud på den der papirstrimmel. De havde selvfølgelig fået en opskrift, en vejledning, når du gør sådan og sådan så kan man regne G ud, men jeg tror at det går hen over hovedet på mange elever i virkeligheden. Det der, det kan de se,	IT/video er stærkt der hvor der er bevægelse
9:00	J4	Var de alle lige interesserede, gearede mod IT-en	
9:02	U4	Nej – der er forskel, det er der hele—det er der altid i klasserne, der er nogen elever, som.. jeg vil ikke sige de tager afstand fra det, men de synes ikke det er så spændende. Og så er der nogen, der er dybt fascineret af det, så man ikke engang behøver at instruere i brugen af sådan et program,	
9:25	J5	Når du bruger det i eksamenssituationen og i har haft det tidligere i løbet af året,	
9:30	U5	Ja, de kender værktøjet	
9:31	J6	Men hvis de nu er forskellige i forhold til IT og IT er en del af eksamen, er det så et problem.	
9:37	U6	Ja, det synes jeg egentlig nok at det er, jeg synes at det er synd for de elever, som på en eller anden måde har et dårligt forhold til IT. Men – øh, skulle man så lade være med at lave sådan et forsøg? – Det kan godt være,	
9:56	J7	Er der andre områder end det her med – det er tyngdekraft, som vi snakker om her, dybest set, har du nogen andre felter indenfor	
10:05	U7	Indenfor videooptagelse?	
10:07	J8	Ja eller i det hele taget virtuelle eksperimenter, hvor du har en erfaring du kan trække frem,	

10:11	U8	Ja, altså alt hvad der kan bevæge sig, kan man jo optage og analysere, med video, og det er så en ting, hvor man bruger et specielt program. En grund til at fagkonsulenten ikke vil anbefale at det her det bliver en eksamen, som man tilbyder overalt i Danmark, det er jo at så skal man som skole, købe det program og det koster, det kostede den gang 5000 kr.	
10:39	S8	Det koster – vi købte det sidste år –	
10:40	U9	Det er faldet i pris – er det ikke rigtigt -	
10:42	S9	Det faldt faktisk væsentligt efter vi købte det	
10:44	U9a	Der er konkurrence på markedet og der findes faktisk nogen freeware programmer som stort set kan det samme men er gratis, og jeg tror egentlig på at hvis man går nogen år frem, så er det her almindeligt	
11:03	J10	Men nu nævnte du video og bevægelse, som noget, der er du sikker på, der er der noget at komme efter. Men fysikken er jo mange ting. Vi har glemt at sige at det mestendels er fysik C, altså der er den tidlige del af pensum, som vi interesserer os for i det her projekt,	
11:25	U10	Der er så det lykkelige ved Fysik C at der er en stor åbning for 40 % er jo supplerende stof, så det vil sige, at hvis man finder ud af, på et hold, at der er noget, man gerne vil arbejde med, så er der tid til det. Så man kunne godt tage sådan noget som det her op, og det kan godt være at man burde gøre det på et eller andet elementært niveau, fordi det virker motiverende	
11:50	J11	Så lad os sige, Ok, hvad har vi ellers i fysik C	
11:51	U11	Jamen, der er noget om verdensbilleder, og verdensbilleder det kan jo bl.a. være – ja – vores solsystem, det er også, det er så meget andet, det har jo også noget at gøre med mikrokosmos,	
12:04	J12	Molekyler . og .	
12:05	U12	Ja – ja	
12:06	J13	Er det egnet, synes du, til at lave virtuelle eksperimenter	
12:09	U13	Det har jeg ikke rigtig tænkt over om det vil være det, det vil det sikkert, men jeg kan ikke sådan på stående fod komme i tanke om nogen eksempler. Hvis man ser på den astronomiske del af det, det astronomiske verdensbillede, så mener jeg helt klart at det er egnet. Eleverne de vil let kunne forstå hvordan man er gået ud fx fra det gamle Ptolemæiske verdensbillede over til det Kopernikanske, hvor man gik fra at jorden var centrum til solen kom i centrum. Det vil man kunne animere på skærmen.	
12:48	J14	Her kan vi så sige at vi har mange forskellige slags animationer, lige fra simple stregtegninger til lidt flottere 3D rekonstruktioner, og så til ægte videooptagelser eller noget der ligner næsten ægte videooptagelser. De unge mennesker er jo meget, i dag, mange af dem i hvert tilfælde meget gearret til 3D videospil, hvor de er vant til visualiseringer, og sådan noget, og hvor skal vi gå hen, hvis du vil vejlede os i forhold til det. Skal det være stregtegninger, hvor jorden går rundt om solen og vi kan ha´ nogen formler eller skal det være mere sådan rigtigt Virtual Reality-agtigt, før at gymnasierne gider være med.	

13:30	U14	Jeg tror ikke at det sidste er nødvendigt, men jeg er nok selv skredet en lille smule. Jeg var på et kursus om physlets i januar – år 2000, og physlets det vil Signe kunne fortælle dig meget mere om	
13:45	J15	Nå—men jeg har sat mig lidt ind i det	
13:46	U15	Men det er sådan nogen meget skrabe, meget nøgne Java apletter, hvor man skraber alt væk, som er overflødig, for ikke at distrahere. Det her det forestiller solen [viser en tegning], det er den gule, og så er der fire planeter omkring, og når man så sætter det her i gang, så kan man se de fire planeter bevæge sig. Og så er der én af planeterne, der ikke opfører sig som planeter opfører sig og det er så op til eleverne at finde ud af, hvad er det for en af de fire planeter, der, som ikke adlyder, de hedder Keplers love. Og det er altså tanken at eleverne de skal gå ind .. man kan så ...	Physletter er nøgne – jvf kontekst og kontekstfrihed
14:26	J16	Gør de det så ?	
14:28	U16	Jeg ved det ikke	
14:32	J17	Og hvad skulle der til for få dem til det, havde jeg nær sagt fordi, én ting, nu var vi jo inde på det der med spillet mellem klasseundervisning og virtuelle eksperimenter. Det er klart at hvis du tager det op på et lærer i klassen og du vil måske så sige.. i fællesskab kan vi prøve og diskutere det her, så har vi jo en social situation, men hvad nu hvis du siger til dem: Næste gang vi ses, da forventer jeg, at I alle sammen har været inde og kigge på det her, og så tager vi en snak om det.	
15:01	U17	Det gør de ikke	
15:01	J18	Det gør de ikke, nej	
15:02	U18	Og jeg kan belægge det med et eksempel, jeg var med i et forsøg om ”Just in time teaching” og det koncept kender du også? [viser os en bog] – jeg ved ikke, om i har snakket om det? – Nej, men øh, en af tankerne i ”Just in time Teaching” ja det går ud på, at man som lærer stiller eleverne nogen spørgsmål på nettet inden timen, man skal være i god tid, og man skal helst være ude nogen dage før, så eleverne de har lejlighed til at kigge på de her spørgsmål og overveje, hvad de vil svare på dem. Så beder man eleverne om at svare på de der, relativt få spørgsmål, 4-5 spørgsmål måske, inden undervisningen, øh jeg tror vi havde en aftale om, med den klasse, jeg lavede der her forsøg med, at det skulle være senest kl 9 aftenen før, jeg havde undervisning. Og idéen med at gøre det på den måde her, det er jo at eleverne, de bliver bevidstgjorte om hvad der skal foregå i næste time, som lærer har man egentlig allerede lagt op til det, men som lærer der får man også nogen informationer om, hvad eleverne de kan og hvad de ikke kan, og det vil sige, man har mulighed for at justere sin undervisning ind, hvis det viser sig at det at eleverne, alle eleverne er godt inde i det, svarer rigtigt på nogen af de spørgsmål vi stiller, jamen så kan man jo gå lidt lettere hen over det emne næste dag, og omvendt. Men der viste det sig jo, at der var nogen elever, som, og det har jeg det egentlig lidt dårligt med, som ikke havde internet derhjemme, nu er det selvfølgelig et par år siden, og det jeg har sagt til dem det er, jamen det spiller ikke nogen rolle, man skal ikke have internet derhjemme, det er der mange, der ikke har, men – prøv lige og bliv oppe på skolen en halv time inden i tager hjem, ikke så prøv lige og svar på de spørgsmål. Men det viste sig, at det var hver eneste gang	

		en håndfuld eller mere, som ikke fik svaret	
16:49	J19	Er det 20% eller ??	
16:50	U19	Ja – det har det været – og det var det dengang, jeg tror at det vil være noget mindre i dag, hvor det efterhånden er mere almindeligt, man har internetadgang, men øh.. jeg har det igen lidt dårligt med det fordi, det her det skiller jo eleverne i socialgrupper ikke, der er nogen, der har det hele, får alt forærende, og så er der nogen, som på en eller anden måde føler at de er dårligere stillet.	
17:24	J20	Kan man ikke også forestille sig, at der er andet og mere i spil her, altså er der nogen, som siger at jeg synes, at det er helt fint med bogen, der er jo en graf her, og der er en tegning her, og der et flot billede og så der noget tekst, og det har jeg det godt nok med. Kan man forestille sig den opsplitning?	
17:37	U20	Det kan man godt forestille sig, for elever de er jo utroligt forskellige. Vi lavede jo en evaluering efter forløbet – naturligvis, og det jeg kan huske det var, at en af eleverne svarede, at hun varmt ville anbefale, at man fortsatte med det her, og hun havde aldrig nogensinde følt tidligere, i forbindelse med den skolegang hun havde haft, at der var blevet taget sådan hånd om det der foregik, og der var blevet vist eleverne så meget opmærksomhed. Så det følte hun i hvert tilfælde som et plus, at hun vidste at læreren kiggede på det, øh- det var også godt, at der til allersidst var sådan et skrivefelt, hvor eleverne kunne skrive om løst og fast i forhold til undervisningen. Hvis der var nogen ting, som de syntes jeg skulle vide, i forhold til deres forhold til det, der foregik i timerne, og på skolen, så kunne de bare skrive det. Det var der, mange der benyttede sig af.	
18:31	J21	Er det nu en e-læringsplatform vi arbejder inde i her eller?	
18:35	U21	Det var sådan en formular	
18:36	J22	På nettet	
18:39	U22	Ja, hvor de så bare skulle trykke på en ”send” knap, og så blev det sendt, det kan jo gøres på mange måder, det ved i garanteret meget mere om end jeg gør, det var en primitiv måde jeg gjorde det på. Det blev sendt til min postkasse, e-mail postkasse,	
18:52	J23	Men ikke til hinanden, de kunne ikke kommunikere indbyrdes?	
18:55	U23	De kunne ikke se, hvad de andre kammerater havde svaret, det var kun mig, der kunne se hvad der blev svaret. Så det var fuldstændig anonymt.	
19:02	J24	I dag – er der ingen e-læring på skolerne i amtet?	
19:05	S24	Da ville man typisk lave det i Fronter	
19:08	J25	Gør du også det i dag..?	
19:10	U25	Jeg gør det ikke for øjeblikket – jeg lavede det med den ene årgang, og den klasse der nu – ja de blev studenter sidste år, vi lavede det forsøg i 2g.	
19:21	J26	Det er så stoppet?	
19:22	U26	Ja – men det er – jeg synes det var spændende, og så var det afprøvet, og så synes jeg, at jeg er kommet lidt videre nu, og problemet med det her, ”Just in time teaching”, synes jeg der er, det kræver tid. Jeg	

		har simpelthen ikke tid i øjeblikket. Fordi der er så mange andre ting.	
19:40	J27	Så er det ”Not enough time teaching”	
19:41	U27	Men det var spændende, og jeg vil bestemt tage det op i det øjeblik der bliver noget overskud, jeg har nogen forhåbninger om, efter sommerferien, på et nyt fysik C hold, der vil jeg kunne have forberedt et eller andet, sådan at vi nok ikke til hver time, men .. ind imellem, nogen gange om måneden, et par gange om ugen måske,	
20:07	J28	Kunne du forestille dig en eller anden idealverden, hvor at man kunne lave noget på nettet, som var så spændende, at de studerende selv gik for det.	
20:19	U28	Jamen jeg tror, at hvis vi får opbygget en bank, og det har vi nogen drømme om, med virtuelle eksperimenter, som kan bruges, og vi skal nok starte med fysik C, vi må tage et skridt ad gangen ikke, og få udviklet sådan en bank af egnede eksperimenter, en halvhundrede stykker måske, som blev lagt ud, sådan at der er adgang for alle, både lærere og elever, så er jeg ret overbevist om, at når eleverne har arbejdet med udvalgte eksperimenter fra den der bank, i forbindelse med undervisningen på skolen, jamen så vil de mest nysgerrige, og det er måske halvdelen, af egen fri vilje gå ind og så undersøge: hvad kan resten af de her ting?	Der er et klart ønske om en database, om at dele virtuelle fysik eksperimenter
20:56	J29	Hvor mange tror du, der jævnligt bruger computerspil ?	
21:00	U29	Jeg ved det ikke – det gør jeg faktisk ikke, jeg har ikke hjemmeboende børn mere, dem har jeg mistet for længe siden	
21:05	J30	Jeg vil gætte på at det er over halvdelen, - du kan også sige hvad du tror Signe.	
21:10	S30	Det kommer an på køn	
21:11	J30	Ja - det gør det, men hvis vi nu tager en gennemsnitlig gymnasieklasse, så er der?	
21:15	S30	Der er mange, der er også mange af pigerne, men de spiller jo også andre spil	
21:20	J30	Ja – og de gør det jo altså uden relation til pensum eller noget som helst, de gør det udelukkende for spillets skyld, så er det man siger til sig selv, og med ham der James Paul Gee, som vi åbenbart begge to, individuelt har begyndt at læse lidt på .. altså – hvad man kan bruge computerspil til i forhold til læring ? – Og øhh, han har nok en eller anden hypotese om at den der drift, som får nogen til.. af sig selv at sætte sig til at spille computerspil, at den kan man måske høste noget læring af	
21:50	U30	Ja, det burde man kunne – det skal bare kanaliseres ordentligt,	
21:54	J31	Så er spørgsmålet hvad der skal til, hvad er forskellen på et computerspil og så en fyslet? I forhold til dét specifikke emne her .. hvorfor er ... ? er fyslets simpelt hen for kedelige ? eller hvad ? eller er de ude af kontekst ? eller er det fordi der ingen dramaturgi er i dem ? eller – eller hvad kunne man forestille sig ?	
22:15	U31	Det er selvfølgelig meget vigtigt at de er bundet op på en eller anden interessant historie, de skal være pakket ind i en historie, for at eleverne af egen fri vilje vil gå i gang med at arbejde med dem. Og det er så op til os at få beskrevet det der er historien, den der	Betydningen af det narrative / dramaturgiske

		indpakning.	
22:30	S32	Da synes jeg at det er skægt, når jeg kigger på alle de physlets, der findes derude, jeg bliver egentlig træt af al den tekst, der er omkring, sådan tror jeg også at eleverne kunne opleve det, .. det er opgaver..	
22:43	U32	Ja, sådan bliver det jo fremstillet,	
22:48	S33	Der er meget der skal læses før man kan forstå, hvad det handler om, ved rigtig mange af dem .., der er også andre, hvor det ikke er sådan.	
22:53	U33	Jamen det gælder jo også denne her [med planeterne], den ser jo uskyldig ud, men der står: ”En af planeterne adlyder imidlertid ikke alle Keplers love, identificér den planet. Det er jo en opgave, det er jo en fysikopgave. I stedet for at have noget der bevæger sig her, kunne man have haft en lang tabel, ikke, hvor eleverne så kunne gå ind og kigge på de data, sætte dem ind i et regneark, og finde ud af hvad det er for en af planeterne, der ikke opfylder en af Keplers love. Nu bliver det her gjort meget mere bart fordi eleverne selv skal ind og opsamle. Jeg mener faktisk opgaven her er sværere end hvis man havde stillet en traditionel opgave, hvor de havde fået nogen data oplyst i en tabel på forhånd. Fordi her er det lagt op, så de selv må finde ud af, hvad det er det går ud på: Er det tider? er det afstande? eller hvad er det? Så opgaven her er på et højt niveau.	Er physletter måske for svære? eller for abstrakte for eleverne ?
23:42	J34	Abstraktionsnivea kan man .. ?	
23:45	U34	Jamen det er den, den kræver mere af eleverne.	
23:50	J35	Kan man så sige at .. Nu spiller jeg ikke selv sådan nogen 3D spil, men når man læser om det, så finder man ud af, at de også bliver sværere og sværere med årene, altså at det rent faktisk er meget meget vanskeligt overhovedet at komme i gang med computerspil, og alligevel er der flere og flere der gør det – fordi det åbenbart giver én noget, så man kunne sige – jamen altså – Nå, lad os så tilbage til det der – vi skal ud til Bjerringbro og optage det her fysikshow, hvor der så er nogen unge mennesker, øh – jeg har ikke set det før så jeg glæder mig meget, jeg ved ikke om du har set det ?	
24:30	U35	Jo, det har jeg	
24:34	J36	Kan vi bruge noget af det – også virtuelt? Fordi når vi vil optage det på video, så er det jo for at få noget visualiseret, og eventuelt overveje om vi kan genbruge nogen idéer. Jeg går jeg ud fra, - nu har jeg mødt to af de der fyre, - det er nogen entusiastiske og begejstrede og sådan noget. Kan man bruge noget af det virtuelt?	
25:50	U36	Eleverne er også begejstrede for det – og vi har haft nogen elever, der oven i købet har optrådt sammen med dem nede på paletten i forbindelse med sådan noget.. open night . en kulturnat her i Viborg. Jeg ved ikke om det virker på sammen måde, hvis man ser det på en skærm, det tror jeg ikke, jeg tror egentlig at det er meget vigtigt at man er i lokalet, og ser tingene foregå og måske oven i købet hjælper til – elever bliver kaldt op og skal assistere, så det er nærværende, jeg tror det betyder meget.	
25:28	J37	Har du nogen erfaring – sådan i det hele taget af video af undervisningssituationer, genbrug af forelæsninger og sådan noget	
25:33	U37	Nej, det har jeg ikke, selvfølgelig er det anvendeligt, men jeg tror meget på det autentiske,	Video : ikke autentisk ? jvf

			Dolin side 221ff
24:43	J38	Nærvær, det sociale,	
25:44	U38	Ja, at man er i samme lokale, det betyder så utroligt meget, det kan være et blik med øjet – det gør hele forskellen.	
25:54	J39	Nu blev det alligevel mig der stillede alle spørgsmålene, Signe, men vi er ikke færdige endnu.	
26:01	U39	En grund til at jeg tror at dette her også er vigtigere end tekstopgaverne, at man appellerer til flere elever, det er selvfølgelig at det er helt oplagt eleverne – de får flere sanser i brug.	Flere sanser
26:16	J40	Og det kunne de – man kunne så sige – Ok – Det er godt nok visuelt [physletter], men det er lidt stregagtigt, kunne man få nogen billeder ind i det?	
26:25	U40	Det gør man også nogen steder, der findes nogen tyske physlets, som er lavet over præcis samme skabelon, men har man så lavet, som baggrund, en blå stjernehimmel, hvor man kan forestille sig at det her, jamen det er jo rigtige planeter, og det ser også ud til at være en rigtig stjerne, det synes jeg ikke gør noget, jeg synes ikke det virker distraherende. Jeg tror egentlig at vores elever sætter pris på, at det virker mere virkelighedsnært. Du kender også nogen af de der physlets, man kunne ha' en eller anden kugle der bevægede sig, så skal man bestemme hastigheden for eksempel. Det er en banal opgave, men alligevel, for eleverne på fysik C er det jo noget, at de skal til at regne hastigheder ud, ved at de skal finde ud af, man skal måle en afstand, så skal man finde ud af hvor lang tid man er om at bevæge sig den afstand, og skal man finde et forhold, ikke, en brøk. Det kunne man have en kugle til at rulle, men den jeg kom til at tænke på, nede fra en tysk programmør, det er at han bruger et eller andet rovdyr, der løber henover skærmen, og så er der en jungle som baggrund. Det virker bedre, end hvis det kun var en kugle, der trillede henover et bord.	"Rigtige" planeter – Igen autenticitet
27:34	J41	Vi lavede, i december i vores opgave, der havde vi, det var Signe ikke med i, men der havde vi andre grupper, men vores gruppe havde vi noget der hedder Cheops pyramiden, hvor man føler ligesom man er en person, der går ind i den her pyramide, i det nederste lag, og så møder man så opgaver, som man skal løse, og hver gang man løser en opgave så får man en lille rebstump, som man kan binde sammen og så på et tidspunkt kan man binde rebstumperne så langt så man kan kaste dem op over et eller andet og så komme op i et højere niveau. Og så kan man blive ved med det, indtil man kommer op til spidsen, og så kan man altså komme ud, og ellers så er man låst inde i pyramiden, i virkeligheden, og man har den opfattelse at man jo, altså, der ligger en masse psykologi i det her ikke også, fordi, og også noget der driver og også noget dramaturgi i det, fordi det er noget, der tager mange timer, eller dage, hvis man skal virkelig komme igennem det, øh, så ligger der en masse andre ting omkring hierarki, og "det er koldt på toppen" og det er de dygtigste der kommer derop, og en hel masse andre ting og også noget om at de her love som styrer, nu er det matematik/fysik og sådan noget, de her love de er urokkelige, de er ikke til debat, det er ligesom en pyramide, den står sådan meget, altså men.. det jeg siger det for det er øhm, det er jo et slags spil, og det ligger et sted midt imellem det her, som jo er en enkelt opgave hvor man kunne sige, jamen vi spurgte os selv, mon	

		<p>gymnasieeleverne faktisk gad det her og vi tænkte nok ikke, så mange af dem, som gad det fordi det var faktisk alligevel både – ikke særlig avanceret grafik, der var lidt lyd på, man kunne sådan høre når man gik i gangen og sådan noget ikke, og nogen andre—lidt musik en gang i mellem, men det er sat ind i en eller anden dramaturgisk sammenhæng, øh..</p> <p>Jeg ved ikke om du kan reflektere på det i forhold til – fordi nu er det jo klart, at det her det er ikke et virtuelt gymnasium, altså, det er tænkt som noget hvor det skal høre – helt klart sammen med klasseundervisningen, men man kunne jo forestille sig elementer, hvor man kunne sige jamen, en større procentdel kunne gøres virtuelt, men jeg ved ikke om der er realistisk?</p>	
29:50	U41	Jo, det tror jeg, jeg tror at det vil ske automatisk efterhånden som mulighederne bliver bedre og bedre. Så vil eleverne komme til at arbejde mere selvstændigt, enten alene eller i grupper i perioder af forløber.	
30:05	J42	Og hvad skal der så til før det bliver en succes? før det kan lade sig gøre?	
30:12	U42	Ja, det skal jo nok på en eller anden måde være selvinstruerende, det er jo nok en vigtig ting ikke, at de oplysninger, som eleverne har brug for, de kan findes i forbindelse med det, der skal være en hjælpefunktion, hvad man kan kalde det, fordi man ikke hele tiden har læreren, der kan komme ligeså snart man rækker hånden op. Det må være nødvendigt.	
30:36	J43	Ja, og så måske noget af det der, som driver en spillefilm, eller et spil, et eller andet om, jamen jeg er nysgerrig på, hvad der kommer omme bag ved den næste, det næste hjørne, ikke, et eller andet, hvad mon der sker ? øh .. et eller andet, fordi her da kan man sige, når du har sat din animation i gang så er du ikke nysgerrig mere, Nej, så kan man sige, de kører rundt de der planeter, ikke også, og det ved vi godt, men nysgerrigheden er væk.	
31:00	U43	Ja, det er rigtigt, og derfor er de her eksempler måske også i al deres enkelhed selvfølgelig lidt primitive, men det er der vi er startet, det jeg fortalte, vi har fået de her nye muligheder med internettet og java appletter og optagelse af video. Vi skal selvfølgelig videre og mere komplicerede ting bliver jo muligt i løbet af de kommende år	
31:25	J44	Ordet quiz har vi også skrevet her.	
31:27	U44	Ja – men det er jo altid godt, der jo en anden måde at lave en prøve på, eller en test, og quiz, det kan jo bruges til at læreren kan få en fornemmelse af hvor eleverne er henne, en form for test, men også en selvtest, for eleverne,	
31:45	S45	Jeg oplever det egentlig i forbindelse med?? de kan godt lide den der form eleverne, når de får tilbagemelding selv med det samme	
31:59	U45	Og jeg tror også, det kommer ind herhjemme, altså den måde, som vi underviste på for ganske få år siden, og som man nok underviser på de fleste steder – med – man har bogen, og man har nogen øvelsesvejledninger, hvis det er fysik man tænker på, det er ikke nok, det bliver suppleret med en hel masse ting, som er på nettet, og bogen, bøgerne bliver nok tyndere og tyndere, sådan at ting, der i dag står i bogen bliver smidt ud som supplerende og valgfrit stof. Så mon ikke vi når frem til nogen lærebøger, der kun fylder en brøkdel af	

		hvad de fylder i dag?. Jeg tror stadigvæk vi skal ha´ dem på papir, sådan at eleverne, de kan slå op.	
32:39	J46	Nu har jeg læst de der Orbit 1 og 2, og jeg har været meget fascineret af de to bøger, jeg synes faktisk at de er spændende. Og også stofmængden .. er langt større, end jeg havde troet, også når jeg husker tilbage til min egen gymnasietid, så vil jeg sige, nu ved jeg ikke hvor meget af stofmængden i de to bøger, som er pensum, men hvis de skal kunne det hele, så kan de meget, hvis.. det.. .. skal de det ?	
33:07	S46	Nej, der er en del valgfrie kapitler	
33:16	U46	Men, det er jo en spændende måde at præsentere stoffet på – vi gør det i forbindelse med nogen temaer, nogen emner, man ved, interesserer eleverne, fx inddrage sådan noget som jordens klima, der er jo megen god fysik i, og er det ikke den måde vi kommer til at undervise på i det nye gymnasium – hvor mange af tingene kommer til at foregå i et samarbejde mellem fagene. I et samspil mellem fagene. Fysik, natur og geografi fx	Arbejde i elevernes verden Samspil og integration mellem fagene
33:44	J47	Noget, de også gør i bøgerne er at tage udgangspunkt i studenternes, eller nu hedder det elevernes, verden- dvs : OK, strømmen i vores hus ikke, hvordan koger vi nu vandet i vores el-kedel og hvordan virker fjernsynet, og hvordan virker computeren, alle de ting der er lige i nærheden af dem, mobil telefonen, alt det der er jo fysik, og øhh, var det sådan noget vi skulle tage udgangspunkt i?	
34:12	U47	Det tror jeg på .. nu har .. den bog har jeg ikke taget med .. i den der klasse hvor vi lavede ”Just in time teaching”, der gjorde vi faktisk det at vi, den samme klasse, der gjorde vi det, at vi lavede et forsøg, som drejede sig om et engelsksproget system fra Heinemann som hedder ”Salter Sawners [?] advanced physics” og bølgelæren hedder ikke bølgelæren, som den gør i vores normale lærebog, men den hed ”The Sound of Music”, og det siger jo alt, ikke ?, den tager udgangspunkt i musik, i musikinstrumenter, og det er jo noget, som man ved optager og interesserer langt hovedparten af vores elever, så de var motiverede med det samme. Og der lavede vi så, i forbindelse med det forløb der, en del lydoptagelser, både af musikinstrumenter, men også af lyde, og så lavede de Fourier analyse, for at se: Hvad består sådan nogen lyde egentlig af? Hvad er det for nogen frekvenser, der indgår ? og så kunne eleverne se, hvordan det kan være at en bratsch lyder anderledes end en guitar fx, selvom vi anslår samme tone, de er begge to strengeinstrumenter, Det kunne eleverne selv finde ud af, at det havde noget at gøre med de der overtoner, og hvordan de var fordelt	Udgangspunkt i noget eleverne kender
35:29	J48	Det er lidt en parallel til det, vi kalder problem-baseret læring, ikke også, altså nu fx indenfor mit fag, som er lægefaget, starter vi nu med bakterierne, eller starter vi med patienten, der kommer ind med lungebetændelse, og ser på den først, ikke, hvor man kan sige, at hvis vi starter med tyngdekraften, og reglerne for den, og så bagefter går vi ud og .. kaster bolde eller noget andet, men man kunne sige, man kunne også starte der, hvor virkeligheden er, og så prøve at nærme sig, hvad er det nu for love, der gælder her, og hvordan kan man gå fra én situation til en anden, hvis nu at vi har lært noget om bratscher og guitarer, hvad så med klaver eller hvad så med rockmusik eller noget helt andet ?	
36:18	U48	Jeg tror egentlig på den indgang i dag, jeg tror det er den der	

		appellerer bedst til	
36:21	J49	Men kan man så sige, hvis vi går igen tilbage til balancen imellem det klassebaserede eller evt. gruppe- projektbaserede, og så over til det virtuelle, hvordan kan vi, hvis vi nu siger, vi har de tre verdener faktisk, ikke kun to, vi har muligheden for traditionel klasseundervisning, evt. i også i fysikværkstedet, vi har mulighed for projekt- og gruppearbejde, og så har vi mulighed for at lave noget virtuelt, hvordan finder vi frem til det korrekte, det bedste, det bedst tænkelige samspil?	
36:56	U49	Det er jo det vi må finde ud af [.. latter..] Det ved man selvfølgelig ikke, fordi der her det er så nyt, og det er jo helt givet, at vi skal have det hele med, i et eller andet forhold, og hvordan det forhold det skal være, det kan også godt være, det afhænger meget fra hold til hold, nogen klasser, dem er det måske vigtigt at læreren tager mere hånd om end det er nødvendigt i andre klasser	
37:18	J50	Hvor meget af din undervisning er nu baseret på, skal vi sige gruppe- eller projektarbejde ?	
37:25	U50	Jeg har ikke talt det op, men jeg vil da tro at det nok nærmer sig omkring halvdelen, det er ved at være tæt på... bl.a. har vi – jeg har to hold for øjeblikket, astronomihold, valghold i 3g, og så har jeg en naturfagsklasse, jeg har ikke fysik i år, desværre, det er første gang, det er jeg ked af, men i naturfagsklassen der har vi bare i løbet af de sidste tre måneder, været i gang med to projekter, et om jordens klima i samarbejde med geografi, og så har vi lavet et projekt om nuklearmedicin, hvor eleverne de har været nede på Viborg sygehus en formiddag, og der har de så snakket med en overlæge, og er blevet vist rundt, og har selv fået lov til at lave nogen målinger dernede, på nogen af de der kilder, technetium kilder. Eleverne, selvom det var sproglige elever, de var faktisk meget optaget af hvordan man kan bruge den der radioaktivitet, det er jo det, de skal lære i sådan et forløb, at man kan bruge det på mennesket.	Gruppe/projekt arbejde har stor plads og ser ud til at få større. U er interesseret og begejstret for det.
38:34	J51	Ja, det er et stor område, det der med medicinsk fysik, det er et kæmpe område,	
38:42	U51	Ja, det er noget, som har vist sig at optage vores elever,	
38:46	J52	Men nu er vi, siger du, på det sproglige, er vi også der på begynderniveau? eller? – De kan godt få noget ud af det, selvom de ikke er så avancerede?	
38:53	U52	Jeg tror at de krav vi har stillet i deres projekt var nok lidt for høje, at de har vundet sig lidt,	
39:01	J53	Det er dig, der har defineret hvad projektet skulle være?	
39:03	U53	Ja,	
39:04	J54	Det kunne også have været kraft i huset, installationer eller?	
39:11	U54	Ja, men vi fik mulighed for at komme ned på Viborg sygehus, og så har vi haft overlægen for afdelingen dernede til at komme her og holde et indledende foredrag for eleverne. Og så er det selvfølgelig dem, der sætter dagsordenen og os der er gæster, så vi må indrette os efter, hvad der er muligt, og det har vi så gjort. Så det har været et ret bundet projekt på den måde, der har været stillet nogen bestemte	

		krav til eleverne på forhånd, og det er nok lidt forkert måske at kalde det et projekt, men alligevel. skal vi kalde det så et tematisk forløb, eller emneorienteret forløb?	
39:46	J55	Men de har arbejdet i grupper og afleveret et eller andet skriftligt?	
39:50	U55	Ja, de har afleveret en grupperapport, men de har ikke selv været med til at formulere deres opgave, opgaveformuleringen	
40:01	S56	Det er jo heller ikke helt enkelt -	
40:02	U56	Nej, det er det ikke, så det har været ret styret, også fordi vi er ved at være så langt fremme i forløbet at du bliver nødt til at stramme til, de har kun 15 gange tilbage, vi begynder at tælle timerne,	
40:15	J57	Og de har trods alt det samme pensum, alle, der skal til eksamen, ikke også? uanset hvad man laver af skæg og ballade i et projekt, og man kan gå i dybden – så har man også et kernepensum	
40:29	U57	Ja, det har vi jo, som vi skal leve op til, og som vi skal opfylde, men jeg tror det nærmer sig, og det samme gælder for astronomiholdet, der har vi brugt meget tid op et projekt, der hedder ”catch a star”, det er noget, som ESO har meldt ud, det går sådan i korthed ud på at eleverne i grupper skal finde et eller andet astronomisk emne, meget gerne et objekt, det kan fx være en neutronstjerne, eller en supernova et eller andet sted, og så indhenter de information, og det kan være i bøger, men det er nok typisk på nettet, det er jo der eleverne går hen, -- jeg tror ikke, at vores national-leksikon derinde, til 20.000 bliver brugt nær så meget som Google gør, der går eleverne først hen, og finder meget fine lødige artikler, som de kan regne med, de går hellere ind på Google og så får de en artikel, der er skrevet af en 2g-er nede på Nakskov gymnasium, og så bruger de den som kilde, men OK, det er en anden sag, men så skal de indhente informationer, så skulle de lave en rapport, den rapport skulle så være på engelsk fordi det er en international konkurrence, og så skulle de aflevere rapporten i HTML format, sådan at den kan læses i en browser, og det bliver spændende at se her i starten af marts, der er vi jo snart, der bliver det offentliggjort, hvem der har vundet. Første præmien, det er en rejse for holdet ned til Andesbjergene, ned til Chile, hvor man har det der Paranal observatorie,	Konkurrence Spil
42:02	J58	Hold da op, - Ja, men nu er vi tilbage igen i noget, der ligner dramaturgi, er vi ikke det? at vi har et drev,	
42:12	U58	Jo, det må jeg nok sige, når det er en konkurrence, det tror jeg også betyder meget, eleverne de er sat op til: Nu skal vi yde noget, som er bedre end det, man laver andre steder i Europa, vi skal gøre det bedre end alle de der Bulgarer, eller Italiener, der er med ikke?	
42:28	S59	Jeg tænkte på, for at vende tilbage til noget helt andet, nu det her med hvilke fysiklærere, der bruger virtuelle eksperimenter, har det smittet af på dine kollegaer her på stedet, at du har brugt det?	
42:37	U59	Åh, det har jeg svært ved at se at. ja der er nogen, der gør det, og det kan godt være, at det er fordi at vi har snakket om det, det vil jeg ikke afvise, men det kunne også godt være sket alligevel, så det er svært at se, hvilken effekt det har haft, men vi har snakket om det, vi har også haft, i forbindelse med de der faggruppemøder vi har, der gør vi tit, det at vi viser hinanden et eller andet, det kan være et nyt apparatur, der er blevet købt af skolen, ikke, eller det kan være et nyt	

		eksperiment, så det er da muligt at det har smittet af, ... man kan jo også se det eller de har fundet ud af det på egen hånd. Det der, det er jeg helt sikker på, det har smittet af, der bruger alle det der Videopoint, og det er simpelthen affødt af, at vi lavede det der forsøg, derfor købte vi programmet hjem til skolen, og købte et ret godt video kamera, så det der, det er i hvert tilfælde affødt af et forsøg.	
43:36	J60	Vi har ikke været, endnu, så meget inde på undervisningen i selve fysiklokalet, med skal vi sige, skal vi kalde dem gammeldags eller almindelige eksperimenter, hvilken plads spiller den, og hvor er samspillet imellem..	
43:50	U60	Jamen, de skal, almindelige eksperimenter skal spille en stor rolle i et eksperimentelt fag, det er helt nødvendigt, og der hvor sådan nogen virtuelle eksperimenter kommer ind, det må kun være som et supplement, det kan være noget med at eleverne fx bruger træningsrummet, ikke, til at indøve nogen bestemte færdigheder, nogen bestemte sammenhænge,	
44:16	J61	Men uden at du kan definere – eller kan du definere lidt hvilke eksperimenter, som du synes, - de skal <i>aldrig</i> på nettet, eller dem her, de er altså Så gode i.. den gammeldags manér at – nej, det ville være synd at droppe dem, eller?	
44:35	U61	Nej, jeg synes at det er svært at sætte en grænse, jeg har syntes at det har været tåbeligt, det gør man, man laver physlets, hvor man har elektriske kredsløb, og hvor man kan koble nogen modstande, og nogen batterier sammen og så kan man se hvad sammenhængen er mellem strøm og spænding osv. det synes jeg egentlig er lidt tosset, fordi det er sådan noget man let kan lave, selv med de ting, man har i laboratoriet, men jeg kan da godt se, når man har stået og lavet de der ting i laboratoriet, og har eftervist eller undersøgt sammenhængen mellem U, R, og I, og fundet ud af at der gælder Ohm's lov tilsyneladende, så kan det måske være meget godt for nogen elever, at de så kan gå ind på nettet, og så sidde og arbejde med det der også,	Physletter et her "tossede" men Alligevel har de måske værdi
45:14	J62	De kan jo gøre det hjemme, de har jo ikke adgang til, har de adgang? De kommer vel ikke så meget i jeres, har i sådan et værksted, eller?	
45:20	U62	Nej, det er det vi skal have opbygget, for de der virtuelle eksperimenter, de ligger jo spredt,	
45:27	J63	Nu tænker jeg også på de fysiske eksperimenter, kan de gå derhen og lege?	
45:30	U63	Nej, det kan de ikke, for vi har jo, de der lokaler skal af sikkerhedsmæssige grunde være låst – der er ret strenge regler,	
45:42	J64	Ja, Ja- så det må de selv finde derhjemme, hvis de vil lege med "electronic engineering" sådan et kan jeg huske, at jeg havde da jeg var dreng, sådan et Phillips byggesæt, man kunne lave radioer med, og sådan noget, det lærte jeg meget meget af, men det er jo nok en lille gruppe af eleverne, der gør det, sådan af egen fri vilje,	
46:09	U64	Men i det store og hele, så skal, de her ting må ikke erstatte normale eksperimenter, der kan eleverne godt se, at det er virkelighed, det her, det kan jo være snyd, ligesom det der.. der er én af planeterne, der ikke er virkelig, find ud af hvad det er for én. Og.. man kan jo lave alt	

		muligt, med virtuelle	
46:30	S65	Det, som jeg opfatter, det er at man kan jo ikke bruge virtuelle eksperimenter, til at eftervise noget, ikke, og det er jo det, vi tit gør i de rigtige eksperimenter, vi prøver at eftervise noget ikke, men man kan bruge dem til at måske udvide nogen begreber, og måske også gøre dem mere fortrolige med begreberne, før de kommer i laboratoriet	
46:50	U65	Derfor så stor forskel på de to ting her, det der, det er jo virkeligt, som mange elever siger: De har ikke været på månen, det er optaget ud i Arizonas ørken ikke,	
47:01	J66	Du tror, at det er virkeligt?	
47:03	U66	Det tror jeg at det er, det er jeg helt sikker på	
47:04	J67	Jeg har hørt, jeg hørte faktisk nogen betvivle hele Apollomissionen	
47:07	U67	Det er sådan en konspirationsteori,det er spændende, og vi har også set den der film, der var i TV på et tidspunkt, som talte for at der havde været snyd og fup med i det – månefup, tror jeg .. Øh, så har jeg købt en bog der hedder ”Bad Astronomy” og et af kapitlerne, det drejer sig om det her, og der har vi så på klassen kopieret nogen af de der sider, hvor man får noget at sammenligne og diskutere... og jeg tror, at de fleste elever, de er blevet overbevist om, at det er nok ikke snyd, Ja, det blæser ikke på månen, hvorfor blafrer det der flag så? .. Nå, men det blafrer ikke, der er en tværstang	
47:55	S68	Det er bare krollet efter retningen	
47:58	U68	Og sådan er det ene, af de der argumenter, tilbagevist efter det andet	
48:03	J69	Nej, men når jeg siger det, så er det jo fordi: hvad er virkeligt?	
48:09	U69	Ja.. selvfølgelig, det kan være en filmoptagelse, det behøver ikke være virkelighed	
48:16	J70	Altså, nu vi snakker om det der, hvor mange frames per sekund ikke, Ok, vi skyder med 100, og så spiller vi det med 25 ikke, øh – hvad er tyngdeloven så? altså det er jo stadigvæk relativt virkeligt, men der er lavet en simpel lille fup, øh .. Nå, så – ja, der er nogen muligheder, for at..	
48:40	U70	Men det er utroligt vigtigt at man så lærer eleverne at være kritiske, for de ting, de bliver præsenteret for – det er jo så en del af..	
48:55	S71	Lad os se, hvad mangler vi at snakke om? Hvad savner du, skulle vi måske springe ud i?	
49:02	U71	Jamen, jeg savner nok primært, her til august, at vi får opbygget en bank, af sådan nogen ting, det kan være physlets, det kan være videoklip, der kan bruges til analyse og tilsvarende, der er også nogen der er lidt mere avancerede, og bruger Flash animationer, Flash er jo et utroligt stærkt værktøj, og der laves mange, meget meget flotte ting i det og det minder måske også mere om de der spil, som eleverne er vant til – det kunne jeg godt drømme om, at vi har bygget op når vi kommer frem til sommerferien, det ville kunne være en stor hjælp for lærerne, og så kunne vi tage et skridt ad gangen, så vil jeg håbe at måske året efter er der et nyt lærebogssystem, hvor man i vid udstrækning bygger på at eleverne, de har adgang til sådan noget som det her, det var så en lidt anderledes lærebog, end at skrive side op og	

		side ned, men kun skriver det mest nødvendige og så er det suppleret op med ting, der ligger andre steder på nettet bla. ... og så en ret omfattende hjemmeside, til den der drømme-lærebog, hvor der bliver lagt ting ind, igen som hjælp til læreren og til inspiration for eleverne fx avisartikler, om aktuelle ting. Nu var vi oppe på – fredag den 14. januar, og der ville det jo være dejligt, hvis man som lærer vidste, vi skal lige derind fordi at der er der nogen der har lagt nogen ting ind, man behøver ikke selv at gå ud og bruge et par timer på at surfe på nettet, men der er nogen, der har hjulpet os, en eller anden redaktør,	
50:56	J72	Jeg har tit været imponeret over Sønderborg Gymnasium som tit fremtræder på nettet, og der må være nogen der som er meget aktive,	
51:04	S72	Det er nærmest én mand,	
51:06	U72	Det er Mogens Winther,	
51:12	J73	Nej, men fortsat endelig, det var gode ting omkring hvad du ville ønske,	
51:14	U73	Det er sådan nogen ting, og så ville jeg tro at i løbet af nogen få år, man kan ikke lave det hele på én gang, det er en proces, hvor man bliver nødt til at tage nogen få skridt ad gangen så tror jeg faktisk at i løbet af nogen få år, så er undervisningen bliver der i hvert tilfælde mulighed for at lave en helt anderledes undervisning, end der bliver lavet de fleste steder i dag. En der er meget bedre, og meget mere tidssvarende og som appellerer mere til eleverne, og så tror jeg egentlig at så vil de sige naturvidenskab, der er vel nok sjovt,	
51:48	S74	Ja, problemet er jo netop at det skal være så let tilgængeligt for at få os lærere til at orke og overkomme det ikke, som du selv var inde på med ”Just in time teaching” det tager tid, hvem orker så	
52:06	U74	Ja, men hvis det sådan at der bliver lagt en hel masse eksempler ud, med spørgsmål, sådan at eleverne, så man ikke som lærer, hver gang skal ud og finde en ny animation, tænke nogen nye spørgsmål igennem, formulere nogen spørgsmål, men også der kan få lavet en bank, sådan at læreren egentlig bare skal smide det ind i en skabelon ikke, sådan at man kan lave det sådan en række spørgsmål til eleverne på nogen få minutter, og at det så også bliver let at uploade de der spørgsmål, det koster jo selvfølgelig noget undervisning, og du må jo optræde igen som du har gjort før, med hvordan vi kan gøre sådan noget i Fronter, du har jo været instruktør på sådan et kursus, der må vi trække på folk, der kan det, og som ved lidt om det i skolen ikke, og vise faggrupperne hvordan det foregår. Jeg er optimistisk, jeg tror ...	
53:06	J75	Og vi skal jo i gang med at lave noget projekt og.. vi skal lave et produkt, så vi skal se at finde ud af, hvordan det produkt skal se ud, og vi har ikke besluttet det endnu – vi har leget med – jeg har adgang til alt muligt teknik, og også til en programmør, der kan lave en hel masse avancerede ting, så det er skægt, og da vi sådan så småt begyndte at tænke på det der, så fik vi fat i 3D Studio Max, som er sådan et værktøj til at lave 3D rekonstruktioner med, og man kan også lave visualiseringer, vi har allerede lavet jorden, som står sådan og spinder om sin akse, og så ladet den køre rundt om solen, og det var så vores første – ligesom bare for at komme i gang – det er en bioingeniør-studerende, som jeg har sat til at gøre det. Det der 3D Studio Max, det er svært, det er sådan noget, som arkitekter bruger til at lave virtuelle verdener med, simpelthen, du kan lave alt muligt, og	

		du kan også eksportere det ud i Flash format, og man kan også lave interaktioner i det, og sådan noget, så vi har mange muligheder, men vi står med en balance imellem, om vi skal lave en lille ting rigtig, rigtig sejt, eller om vi skal lave lidt flere ting, som vi så kan dække i den tid, vi nu har til det, Vi kan ikke nå at lave alt muligt	
54:20	U75	Men hvis vi ser det sådan rent egoistisk, på Signes og min verden, så er det selvfølgelig nok det sidste, der vil være mest anvendeligt, hvis I direkte målrettet kunne gå efter at få lavet nogen – få produceret nogen ting, der kunne bruges i forbindelse med det kommende Fysik C fag,	
54:34	J76	Men jeg har været ude at kigge på Physlets, der er jo SÅ mange, skal vi bare lave nogen flere? Eller skal vi lave dem anderledes?	
54:39	U76	Anderledes,	
54:40	J77	Ja, hvordan? Mindre tekst.. er det det? eller?	
54:45	U78	Det ved jeg ikke,	
54:53	J79	Skal vi strippe dem for al teksten, og så sætte dem ind i en kontekst, som læreren selv kan bestemme, eller.. sætte dem i en database eller	
54:59	U79	I forbindelse med et emne, der drejer sig om det kommende brintsamfund, jeg ved ikke om du ved.. hvad brintsamfundet går ud..	
55:10	J80	Printsamfund. nej,	Vi nærmer os vores projektemne
55:13	S80	Brint, som energibærer ikke også, i stedet for fossilt brændstof, som vi kører med	
55:16	J81	Nå, Brint, jeg synes du sagde print, nej vi printer jo mindre og mindre men, Brint, Ok, jeg er med,..... Nu flytter du dig, så flytter jeg den der efter, sådan så lyden ikke bliver alt for lille,	
55:29	U81	Og, der vil der nok være behov for at visualisere noget, vi har haft noget samarbejde med nogen unde fyre ude på HIH i Herning, og de er også dygtige programmører, de sælger, har solgt til os, nogen af de der brændselsceller, og nogen af de der Brintbiler, og det er jo meget fascinerende for eleverne, at man kan se at man går hen, og så hælder man vand på, så tager man en solcelle og kobler på, belyser solcellen, helt med den rigtige sol, den er faktisk langt bedre end en kraftig lampe, og så går der nogen ganske få minutter, og så ser de det bobler, og så er der lavet en tankfuld brint, og halvt så meget ilt. Så er bilen tanket op, så slutter man lige kontakten, og så kører bilen, den kan køre ca. 100m på sådan en tankfuld, og det illustrerer jo, hvad det er vi går ind til, at ved hjælp af solceller, eller vindmøller, får man produceret brint, som så i en brændselscelle kan lave elektrisk energi, som så kan få bilen til at køre, det kan opvarme huse, de kan også drive sådan en tingest som den der, en mobiltelefon.. og så videre, og de der brint batterier, de viser sig.. de er jo ti gange .. de holder ti gange så lang tid, som batterierne gør i dag, til mobiltelefoner, så derfor . i den der sproglige klasse som vi lavede et forløb med, da de gik i 1g, der var jo en af eleverne, nu kom det lige pludselig tæt på.. SÅ kunne hun godt se ... at hun ikke hver dag skulle hen og oplade..	Stor begejstring for emnet Tæt på elevernes egen verden
57:03	J82	Jamen mobiltelefonen det er jo også, hvor er det irriterende, at man skal til hver dag..	

57:08	U82	Nu kunne hun nøjes med at oplade den hver anden uge, det var stort! det skrev hun eksplicit i opgaven,	
57:13	J83	Det er jo problemorienteret læring ikke også?	
57:15	U83	Og en anden pige skrev: ”det er godt nok alle tiders med de her biler, jeg vil anbefale mine forældre at købe sådan en bil, næste gang de skifter ud” for de havde været på nettet og set at de findes, de der brintbiler som prototype, de er stadigvæk for dyre, for der er produceret i ret lille antal,	
57:35	J84	Men det er jo også et skægt projekt på den måde at det er fremtiden, hvorimod Keplers love, ja det er jo i den grad fortid, [de virker endnu] ... jo, jo, men det er ligesom om at hvis man er ved at lære noget, tag min metafor med pyramiden fra før, den er jo ikke til at flytte på vel? men brintbilen, den kender vi jo ikke endnu, ikke rigtigt vel? den ligger et eller andet sted derude og derfor er nysgerrigheden der, ikke, der sådan ligesom, Nej, mon det bliver sådan eller mon det bliver sådan om 5, 10 år?	
58:10	U84	Og eleverne har jo på en eller anden måde været tæt på, fordi de har lavet eksperimenter med en model, og det var jo primitive ting, de så på energiomsætninger, nyttevirkning, måling af hastighed, og den slags, og hvor langt kan sådan en bil køre pr. ml brint, ligesom man siger hvor langt kan en bil køre pr liter, så de kan godt se de begreber, de er sådan set nyttige,	
58:36	J85	Det var da bestemt en idé for os,	
58:38	U85	Men kunne der lavet et eller andet der? fordi fyrene i Herning de har jo produceret noget, men det har de jo copyright på, og der skal vi jo betale, 10.000 eller måske endda mere, hvis vi kan få lov til at bruge det de har lavet, .. Nu har jeg ikke taget min bærbare med desværre, Helt præcist, så har de lavet en model af en brændselscelle, og den er opbygget af lag og det kan man jo finde ud af hvad den består af, [tegner] så kommer der brint ind, sådan der, H ₂ ikke, herovre fra der ser man så nogen molekyler, der bevæger sig i den retning her, det er en animation de har lavet, så kommer de ind, de der molekyler, så frigør de en elektron, som så løber op i et kredsløb, her, der kan man så have en pære fx, som så begynder at lyse, eller man kan have et amperemeter, der slår ud ikke, der bevæger de der negative elektroner sig op, og så fortsætter protonerne igennem den her brændselscelle, og herovre der kommer der så nogen ilt molekyler, O ₂ og de går så sammen med de protoner, og de elektroner, der kommer hened, og når de går sammen så får man dannet vand. Man kan godt vise det her som illustration og som tegneserie i en bog, men det er jo langt bedre hvis man laver en animation af det hvor eleverne de kan se tingene bevæge sig, først kommer det der ind elektronerne bliver adskilt, de samles igen henede, og så ser man sådan et vandmolekyle H ₂ O bevæge sig i den retning der, så affalds – det der kommer ud, det er Ilt og Brint ind, der kommer elektrisk energi ud plus vand, og det er så det der populært sagt kommer ud af udstødningsrøret på de der brintbiler. Og det er den elektriske energi, der driver dem. Det er ret let at lave .. det er en Flask animation,	En begejstret fysiklærer
1:00:29	J86	Sådan en kan vi sagtens lave,	
1:00:31	U86	Jeg vil godt vise jer den, men hvis i ser den er man jo allerede inde på	

1:00:38	J87	Skal vi bare gentage det eller skal vi lave det ti gange bedre ?	
1:00:40	U87	Det der ville være nyttigt, og eleverne har i hvert tilfælde meldt utroligt positivt tilbage, jamen det her det var klart. Langt bedre end tavlen at indlære på fordi her kan vi se hvordan det foregår. og til eksamen der skal den der selvfølgelig afspilles, og så skal eleverne fortælle undervejs,	
1:01:00	S88	Så det du faktisk siger er måske egentlig at der kunne godt være brug for fx noget der ligner en physlets, men som omhandler den virkelige verden fordi det netop er der vi skal til at tage udgangspunkt i undervisningen,	
1:01:09	U88	For nu at tage brintsamfundet fordi, jeg tror det er et forløb, som vil blive brugt meget . du ved nok, der er udkommet en lærebog her for nyligt, som er beregnet til fysik C og derfor tror jeg at det er et forløb, der vil blive brugt til næste år ..	
1:01:31	J89	Kunne man forestille sig, fordi det er stadigvæk en slags film der kører her fra A til Z,	
1:01:33	U89	Og så kan man stoppe den undervejs,	
1:01:38	J90	Ja, man kunne jo forestille sig at stille de studerende overfor nogen valgmuligheder,	
1:01:41	U90	Det ville være en styrke, det er det der mangler,	
1:01:45	J91	Aktivere dem en lille smule, eller problemorienteringen ind i det ikke også,	
1:01:49	U91	Det ville være fantastisk godt hvis det kan lade sig gøre, jeg har ikke tænkt igennem hvor det kan komme ind henne men det kan vi da måske snakke om, ellers er jeg sikker på at Signe har idéer til det, men det, der er svagheden ved den der som de har lavet ude på HHH det er at det er bare en tegnefilm, en ren animation, man kan stoppe den og starte den igen, men man kan ikke gå ind og interagere	
1:02:10	J92	HHH hvad betyder det ?	
1:02:11	U92	Handels og Ingeniørhøjskolen i Herning, .. så det er nogen driftige forretningsfolk, de har lært noget ingeniørkunst, men de har også lært hvad man kan tjene penge på . det var derfor de ikke ville forære os	
1:02:21	J93	De er ikke uddannede pædagoger måske,	
1:02:27	U93	De skal kunne tjene på det, de har også lavet noget andet, men det tror jeg også i kan lave bedre end det de har lavet, det er ... forestil jer at man har sådan en illustration over energikredsløbet i vores fossile system ikke, hvor man har vand, og så har man ude på vandet en olieplatform, så kan man se hvordan man pumper olie op og det strømmer så gennem kabler ind til land, ind i et raffinaderi, så er der nogen tankvogne der kører ud med det, til nogen benzinstationer, der kommer en bil kørende til benzinstationen, tanker op og kører så videre, der bliver også ledt olie ud til husene ikke, og man varmer op ved hjælp af oliefyr, jeg tror godt i kan forestille jer sådan nogen energistrømme .. se hvordan det kommer fra havet og så går det ud, og så forurener det jo undervejs, man skal selvfølgelig kunne se at de der biler de har en udstødning ikke, og man skal kunne se at der kommer beskidt røg op af skorstenen, det er jo ikke et større problem i vores del af verden, hvor det er lykkedes os med partikelfiltre at klare problemet, men eleverne kan jo	Mange potentialer i Brintsamfundet som projektemne udfoldes

		godt se at i det øjeblik der kommer et massivt øget energiforbrug i den nye verden, i Kina, og andre steder hvor der mange mennesker, jamen så bliver det er globalt problem rent forureningsmæssigt. Det er også et problem med at få det der fossile brændstof, oliesheikerne de siger 50\$ pr. tønde i dag men hvis de siger 100 \$ pr. tønde i morgen jamen så er vi jo nok nødt til at betale det, fordi vi er afhængige af det. Det er igen et argument for brintsamfundet, og kan man så prøve at vise hvordan det så ser ud i det nye samfund i drømmesamfundet, hvor man har vindmøller der producerer energi, og hvor man har solceller, der producerer energi, og så kan man se at sådan noget vand, det bliver sønderdelt i ilt og brint og hvordan brinten så bliver brugt til at tanke op med, det er måske også tankstationer, brint-tankstationer ikke, hvor man kører hen og tanker op, og man kører vel også brint ud til husene eller fremstiller man den derude? begge ting er jo muligt ikke, og så har man brintfyre der, som også er forureningsfrit ikke, så vil eleverne kunne se – det er hele tiden vigtigt at man laver nogen paralleller sådan de kan se, hvad er forskellen på vores samfund i dag og så brintsamfundet – hvor er ligheder og hvor er forskellen,	
1:04:50	J94	Ja, og hvad er det for problemer vi, ja og man skal vel også sige jamen er der nogen problemer i brintsamfundet?	
1:04:53	U94	Ja, jamen det er der uden tvivl, man skal også passe på at man ikke er for naiv, og tro at det her det er	
1:05:03	J95	Jeg læste i går i.. nu var jeg ude at rejse som sagt, så jeg havde Herald Tribune og englænderne de snakkede meget, i en artikel der, om vindenergi og så. så var der sådan et kort over Europa, hvor Tyskland og Danmark er de to europæiske lande, som bruger mest – op mod 20 % - mens englænderne og skotterne havde et problem fordi altså de har jo ikke den forsyningsikkerhed når vinden ikke blæser fordi vi kan jo få det lidt – sådan vi har nogen ordninger med naboerne og sådan så.. der var jo en argumentation en Bjørn Lomborgs argumentation at måske vindenergi i virkeligheden er for dyr, eller sådan et eller andet, men man skal jo se balanceret på det,	
1:05:47	U95	Det vigtige er jo at man har noget buffer, og at man bruger brint som energi, man kan bygge et lager op,	
1:05:53	J96	Så man kan bruge brintsamfundet som, som et batteri kan man sige	
1:05:58	S96	Det er jo det det handler om først og fremmest, at vi skal kunne oplagre energien netop fx vindmøller, som – jeg kan godt huske vi var på et kursus netop om problemerne for elsektoren med vindmøllerne, de er ikke små men det er jo netop noget der kan løses med brintsamfundet som sådan, men der er andre problemer,	
1:06:18	J97	Det er da en drønspendende idé det er det	
1:06:19	U97	Det kunne i hvert tilfælde være et godt tilskud til den der bog i hvert tilfælde en god makker at læne sig op ad	
1:06:26	J98	Hvad er det for en bog igen ?	
1:06:30	U98	Det er en bog som fysikforlaget og som, den er kommet her for ganske kort tid siden .. det er en bog der handler om .. den hedder brændselsceller,	
1:06:44	S99	Jeg finder lige et eksemplar til dig når vi får den på skolen, vi har bestilt den i klassesæt, vi skal ikke bruge den før, ja det ved jeg ikke	

		men jeg regner med at jeg kan nuppe et til dig	
1:06:54	J99	Det er en rigtig spændende idé synes jeg	
1:06:56	U99	Jeg har haft den fornøjelse at læse korrektur på den og det første manuskript Ole Trinhammer afleverede det var sådan cirka på universitetsniveau, så nu er det blevet forenklet og forenklet og forenklet, og nu er det som Fysik C. Men det ville være lykkeligt hvis det er sådan at det kan suppleres med virtuelle ting,	
1:07:20	S100	Det samme kunne man måske godt overveje til andre ting, nu var du inde på musik ikke også, så mange af de der bælganimationer der findes 100.000 af men de er måske også lidt svære at sætte i relation til den virkelige verden, det kunne man måske godt overveje noget tilsvarende	
1:07:35	J100	Man kan jo også forestille sig at de sidder og laver noget musik selv, optager det, og så går hen til en computer, og får de der MP3 filer ind, og får kigget på dem, måske lave nogen, skal vi sige, det er så ikke web-baseret og totalt abstrakte men at det er en del af noget de fysisk har gang i selv, men at de trods alt bruger computer teknologien i forbindelse med at nå frem til fx en forståelse af bølgerne, men	
1:08:07	U100	Ja, det ville være fint hvis man, samtidig med at man kunne se bølgerne, og se forskel på bølgerne på skærmen, så også får det ind gennem øret, ikke, man kan ikke bare se forskel, man kan også høre forskel,	
1:08:17	J101	Altså jeg har fx leget med at lave sådan nogen optagelser som dem her, både af mig selv, der spiller, men også af andre ting, øh..., gamle optagelser, hvor der er en masse støj på, hvordan får man det støj væk ?, Nå men så ind med det, og så har man forskellige filtre, man kan begynde at lege med, og i den proces, da lærer man noget. Nu ved jeg godt at Fourier transformation er nok ikke Fysik C, men formodentlig lidt mere avanceret end som så i hvert tilfælde rent matematisk,	
1:08:48	U101	Hvis man ikke kommer ind på teorien bagved så tror jeg såmænd godt at eleverne de kan bruge sådan et program, hvis de får at vide, jamen lyde kan godt være sammensat af flere forskellige toner, og det vi gør nu, det er at vi prøver at adskille de toner, det har vi et program til,	
1:09:02	J102	Jeg synes jo det er skægt, når jeg prøver at lave den der noise reduction så får jeg, man har nemlig en elastik af en slags, hvor man siger, hvor meget skal vi fjerne, og hvis du fjerner for meget støj, så fjerner du også signal, og så får man sådan nogen mærkelige tubulære mislyde, lyden bliver fuldstændig forvrænget, i en underlig form for måde, som hvor jeg tænker, det minder mig en lille smule om JPEG kompression af digitale billeder, hvis den får for meget, så går signalet væk i forhold til støjen, kan man sige ikke, men – det er sådan jeg lærer tit, det er jo ved at sidde og prøve det,	
1:09:40	U102	Sådan har mange elever det på samme måde, de vil helst ikke have en vejledning, de kigger på programmet, og så finder de ud af det,	
1:09:50	J103	Og hvis de så er i nogen grupper, så de lidt svagere de hægter sig på	

		de lidt bedre måske nogen gange i den ideelle verden	
1:09:50	U103	JA, der sker nok desværre, jeg tror at der sker en spredning sådan at de gode de bliver endnu bedre og de svage de får ikke så gode muligheder, de bliver hægtet af.. jeg tror ikke de kan hægte sig på	
1:10:15	J104	Det er synd og skam,	
1:10:18	U104	Ja, det er det, men det må så være op til os og finde ud af hvordan vi kan	
1:10:20	S104	Det synes jeg er et stort problem, det	
1:10:25	J105	Vi har været langt omkring, jeg ved ikke om vi er ved at være, nu er der gået en time og 10 minutter, du skal i hvert tilfælde også have lov til .. nu har vi spurgt dig, men du skal også have lov til at spørge os, hvis du har et eller andet,	
1:10:40	U105	Nej men jeg synes egentlig jeg har indtryk af hvad det er i arbejder med og jeg er fascineret af det i laver, det må jeg sige,	
1:10:53	J106	Du skal i hvert tilfælde nok få vores resulterende både produkt og projektrapport, og forhåbentlig så får vi også lavet nogen skægge videoklip, af det her fysikshow, og der er klart at vi arbejder med non-kommercielle ting og sager, vi har ikke tænkt os, uanset om det bliver godt eller skidt, så bliver det ikke solgt, det er klart at når vi nu laver noget med de der fyre fra Fysik i Århus ikke, jamen så får de det også ikke, men altså vi regner ikke med at det bliver så du får det,	
1:11:35	U106	Det ville være synd der, hvis man ude på skolerne bruger sådan nogen filmoptagelser i stedet for at få	
1:11:38	S106	Nej, det er ment so at vi skulle se om der var noget vi kunne bruge, det er også ment som en fordel for fysikshowet, de ønskede sig netop sådan en optagelse af deres show, hvor man kunne se at det var en klasse, de havde samspil med, det var det du var inde på med at – Det eneste de har fået optaget til nu det har været når der har været lavet show i stedet for	
1:11:59	J107	De er ikke bange for at blive gjort overflødige, det er helt indlysende, og det har de heller ikke grund til at være bange for vel, men man kan jo ikke udelukke at alligevel, for det første vil vi gerne have videooptagelserne fordi med video der kan man gå ind og kigge på nogen øjne der er begejstrede eller.. Fordi vi vil både have studerende med og så vil vi have.. vi regner med tre kameraer, både de studerende som gruppe, og så selve eksperimentet, der har vi et, og så har vi et der står og kigger lidt bredere ud, på de to undervisere og hvordan de bevæger sig. Så tre kameraer, som vi skal have klippet sammen, og så prøve og se om vi kan fange nogen af de dersens situationer, hvor eleverne de sådan siger, Nej, det var sgu skægt, det der og Hov, et eller andet som ... og det kan man gøre med video, forhåbentlig da, det er i hvert tilfælde, det er tanken med det, at vi kan prøve at fange nogen af de der ting, og så spørge os selv, øh.. ikke eftergøre det totalt, men at spørge hvad var det egentlig der gjorde at den elev der sad og blev så begejstret eller hvad der nu måtte ske. Vi gøre det her indenfor et par dage så vi bliver klogere når vi har prøvet det.	
1:13:10	U107	Men det har jeg meget stor respekt for og de har jo også opbygget sådan en bank af de eksperimenter de laver, så en lærer kan gå ind og	

		se- hvordan laver man egentlig det her, så får man opskriften, så hvis de spiller med åbne kort, det er ikke sådan som tryllekunstnere, der holder deres tricks for sig selv	
1:13:30	S108	Nej, som Mikkel Bo siger, det gode Fysik show det er når de har stillet spørgsmålene og eleverne har givet dem svarene, det,	
1:13:41	J108	Er vi igennem?	
1:13:42	S109	Ja er vi ikke ved at være der?,	
1:13:45	J109	Så vil jeg sige tusind tak til dig,	

IV. Filtyper – her kaldet primitiver – som indgår i produktet

	Fil efternavn	Associeret program	Type
	3dsmax	3D StudioMax	Kilde
	Bmp	Windows bitmap billeder	Billede
	Cdr	CorelDraw	Kilde
	Class	Java klasse	Kilde
	Clk	Corel Rave	Kilde
	Cp	Macromedia Captivate	Kilde
	Cpt	Corel Photopaint	Kilde
	Ewm	Enhanced Windows Metafiles	Grafik
	Fla	Flash kildefiler	Kilde
	Gif	Gif Billeder	Billeder
	JAR	Java Arkiv	Lukket
	Jpg	Jpeg billeder	Billeder
	Js	JavaScript kode	Kilde
	Mht	Enkeltsidet www kode	Kilde
	Png	PnG billeder	Billeder
	Ppt	PowerPoint filer	Kilde
	Swf	Flash animationer	Lukket
	Wmv	Windows Media Video	Lukket Video
	Html	Almindelig www kode	Kilde

For *kilde* filer gælder at de kan modificeres og genbruges i en ny sammenhæng ved hjælp af det angivne program. Genbrug er delvist også mulig for billed- og video filer

V. Et eksempel på HTML kode indeholdende JavaScript til at indlejre og kontrollere en flash animation (Br-Celle.swf)

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-1">
<TITLE>JavaScript controls Flash</TITLE>
</head>
<BODY>
<OBJECT
    CLASSID="clsid:D27CDB6E-AE6D-11cf-96B8-444553540000"
    WIDTH="90%"
    HEIGHT="90%"
    CODEBASE="http://download.macromedia.com/pub/shockwave/cabs/flash/swflash
.cab"
    ID=brcelle>
    <PARAM NAME="MOVIE" VALUE="Br-Celle.swf">
    <PARAM NAME="PLAY" VALUE="false">
    <PARAM NAME="LOOP" VALUE="false">
    <PARAM NAME="QUALITY" VALUE="high">
    <PARAM NAME="SCALE" VALUE="SHOWALL">
    <EMBED
        NAME="brcelle"
        SRC="Br-Celle.swf"
        WIDTH="90%"
        HEIGHT="90%"
        PLAY="false"
        LOOP="false"
        QUALITY="high"
        SCALE="SHOWALL"
        swLiveConnect="true"
        PLUGINSPPAGE="http://www.macromedia.com/go/flashplayer/">
    </EMBED>
</OBJECT>
<SCRIPT LANGUAGE="JavaScript">
<!--
var movieName = "brcelle";
function thisMovie(movieName) {
    // IE and Netscape refer to the movie object differently.
    // This function returns the appropriate syntax depending on the browser.
    if (navigator.appName.indexOf ("Microsoft") !=-1) {
```

```

        return window[movieName]
    } else {
        return document[movieName]
    }
}
function playmovie() {
    thisMovie(movieName).Play();
}

// Checks if movie is completely loaded.
// Returns true if yes, false if no.
function movieIsLoaded (theMovie) {
    // First make sure the movie's defined.
    if (typeof(theMovie) != "undefined") {
        // If it is, check how much of it is loaded.
        return theMovie.PercentLoaded() == 100;
    } else {
        // If the movie isn't defined, it's not loaded.
        return false;
    }
}

function playmovie() {
    if (movieIsLoaded(thisMovie(movieName))) {
        thisMovie(movieName).Play();
    }
}
function stopmovie() {
    if (movieIsLoaded(thisMovie(movieName))) {
        thisMovie(movieName).StopPlay();
    }
}

function go2frame(theFrame) {
    if (movieIsLoaded(thisMovie(movieName))) {
        thisMovie(movieName).GotoFrame(theFrame);
    }
}

function rewindmovie() {
    if (movieIsLoaded(thisMovie(movieName))) {
        thisMovie(movieName).Rewind();
    }
}

```

```

}

function zoomin(x1,y1,x2,y2) {
  if (movieIsLoaded(thisMovie(movieName))) {
    thisMovie(movieName).SetZoomRect(x1,y1,x2,y2);
  }
}

function zoom0(x1,y1,x2,y2) {
  if (movieIsLoaded(thisMovie(movieName))) {
    thisMovie(movieName).zoom(0);
  }
}

//-->
</SCRIPT>
<br><br>
<table align="center"><tr height="23" valign="bottom">
<td width="45" align="center"></td>
<td width="45" align="center"></td>
<td width="45" align="center"></td>
<td width="45" align="center"></td>
<td width="45" align="center"></td>
</tr></table>

</BODY>
</HTML>

```

VI. Kondenseret udgave af James Paul Gee's 36 lærings-principper om hvordan man kan lærer via computerspil:

1.	Active, Critical Learning Principle	Doing and reflecting
2.	Design Principle	Appreciating good design
3	Semiotic Principle	Seeing interrelationships
4	Semiotic Domains Principle	Mastering game language
5	Metalevel Thinking About Semiotic Domains Principle	Relating the game world to other worlds
6	“Psychosocial Moratorium” Principle	Taking risks with reduced consequences
7	Committed Learning Principle	Putting out effort because they care
8	Identity Principle	Combining multiple identities
9	Self-Knowledge Principle	Watching their own behavior
10	Amplification Of Input Principle	Getting more out than what they put in
11	Achievement Principle	Being rewarded for achievement
12	Practice Principle	Being encouraged to practice
13	Ongoing Learning Principle	Having to master new skills at each level
14	“Regime Of Competence” Principle	Tasks being neither too easy nor too hard.
15	Probing Principle	Doing, thinking and strategizing
16	Multiple Routes Principle	Getting to do things their own way
17	Situated Meaning Principle	Discovering meaning
18	Text Principle	Reading in context
19	Intertextual Principle	Relating information
20	Multimodal Principle	Meshing information from multiple media
21	“Material Intelligence” Principle	Understanding how knowledge is stored
22	Intuitive Knowledge Principle	Thinking intuitively
23	Subset Principle	Practicing in a simplified setting
24	Incremental Principle	Being led from easy problems to harder ones
25	Concentrated Sample Principle	Mastering upfront things needed later
26	Bottom-Up Basic Skills Principle	Repeating basic skills in many games
27	Explicit Information On-Demand Just-In-Time Principle	Receiving information just when it is needed
28	Discovery Principle	Trying rather than following instructions
29	Transfer Principle	Applying learning from problems to later ones

30	Cultural Models About The World Principle	Thinking about the game and the real world
31	Cultural Models About Learning Principle	Thinking about the game and how they learn
32	Cultural Models About Semiotic Domains	Thinking about the games and their culture
33	Distributed Principle	Finding meaning in all parts of the game
34	Dispersed Principle	Sharing with other players
35	Affinity Group Principle	Being part of the gaming world
36	Insider Principle	Helping others and modifying games, in addition to just playing.

VII. Vejledning til projekt: *Brintsamfundet: Evig energi?*

Brintsamfundet: Evig energi?

Projektforløb i 1.y maj 2005

Mål:

- Bedre forståelse af energi i forskellige former
- Forståelse af hvordan energi omsættes, og hvor meget energi der ”tabes” undervejs
- Energiformer: mekanisk energi, elektrisk energi, kemisk energi, varme
- At få en forståelse af hvordan samfundet kan komme til at fungere med brint som energibærer i stedet for kulbrinter

Materialer:

- Bog: Evig energi - brændselsceller og brintsamfundet
- Link: www.intermed.dk/virtex (Men man må selvfølgelig gerne lede andre steder på nettet)
- Brintbil (vi har ikke til hver gruppe, så I må deles!)
- Kasse med forskellige elementer: batterier, potentiometer, radio, højttaler, ledninger, elektromotor
- Multimetere og lignende (Hvis I mangler noget, så spørg)

I skal lave en gruppe rapport, som afleveres i forbindelse med repetitionsdagene 2.-3. juni.

Eksperimentelt skal I arbejde med følgende:

- Eksperimenter som illustrerer energiomsætning
- Nyttgevirkning af elektrolyseceller
- Brintbilens brændstoføkonomi og hastighed

Da I selv skal designe jeres forsøg, er det vigtigt at I beskriver jeres overvejelser omkring dette i detaljer.

Desuden ønskes følgende belyst i rapporten (og meget gerne med illustrationer):

- Fordele og ulemper ved forskellige former for energi
- Fordele og ulemper ved brintbiler, hvorfor er ikke alle biler brintbiler?
- Problemer og fordele ved brintsamfundet
- Hvordan kan fremtiden mon se ud?

VIII. Virtex hjemmesiden på www.intermed.dk/virtex

Virtex - Virtuelle Fysikeksperimenter for gymnasiet

BrintSamfundet

Flash animationer	Quizer	Regnere	Links	Diverse
Brændselscelle	BrintQuiz	Kombi - Energi regner	Viden Om på TV1	Videoer
Vindmølle & Elektrolyse	EnergiQuiz	Strømregner	Ole Trinhammer Rungsted Gymn.	
Elforbrug	Enheder	Regner til brints brændværdi	Østre skole, Thisted	Physlet om boldkast
Kraftvarme		Regner til nytteværdi	www.brintsamfund.dk	Dokumentation
		Varmeregner	Introduktion til brændselsceller	Mange Physletter fra "Physlets" bogen
Elmotor			Danmark El-produktion og El-forbrug lige nu	
Højtaler				Rapporten (Pdf udgave)
Potentiometer			Firmaer: Danish Power Supplies Minihydrogen	



Opdateret 25.05.2005 af [Jens Dørup](#)

IX. Links til videoklip på Virtex hjemmesiden på www.intermed.dk/virtex/video

Virtex - Virtuelle Fysikeksperimenter for gymnasiet

BrintSamfundet, Videoklip

FysikShow klip	FysikShow komplet	Brintbilen	TV
Elektromagnet	Første Time	Præsentation m. tekst	Brintsamfundet (viden om)
Induktion	Anden Time	Præsentation m Flash	
Magnet-Kobberrør		Forberedelse	
Kold Magnet		Solcelle Volt	
Lyd i rør		Solcelle Strøm	
Lyd og Ild		Solcelle Opladning	
Kvælstof og ballon		Trafo Opladning	
Kvælstof - Væske-Gas		Køretur 1	
Stående Bølge		Køretur 2	
		Køretur 3	
		Køretur 4	
		Køretur 5	
		Køretur 6	
		Ilt fremstilling	
		Brint fremstilling	
Til Startside			

Opdateret 05.05.2005 af [Jens Dørup](#)

X. Prototype til Virtex Portalen, Maj 2005

Virtex: Virtuelle Fysikeksperimenter

Aarhus University

START OBJEKTER OM VIRTEX

Dette er hjemmesiden til Virtex projektet. På Virtex portalen kan du finde læringsobjekter til brug for undervisningen i fysik på gymnasieniveau. Projektet er en prototype udviklet som en del af et masterspeciale på uddannelsen **Master i IKT og læring**. Foreløbigt indeholder projektet materialer (video, flash animationer, mm) som er udviklet mhp emnet: *Brintsamfundet, Evig Energi?*

af Signe Skovmand og Jens Dørup, Maj 2005

"At lære er at famle, i mørket, blind og stum,
at sprænge eller samle, sit eget verdensrum,
at vække det, der sover, og gøre tanken fri,
at se en himmel over, hver drøm, man lever i."
Halldan Rasmussen

Bygget med WEBInsta™ CMS. Programmør: Henrik Hedegaard, Aarhus Universitet.

menu
[Download](#)
[Upload](#)

Done Internet

XI. At lære er at ville

Tekst: Halfdan Rasmussen, 1949. Skrevet i anledning af AOF's 25-års jubilæum 9.01.1949.
Melodi A: Erling Lindgren, Melodi B: Bo Holten, Melodi C: Niels W. Gade (På Sjølund's fagre sletter)

At lære er at ville
befri sin ensomhed,
at stå ved åndens kilde,
og ydmygt knæle ned,
at spejle sig i tider,
der sov på kildens bund,
mens nye bølger glider
som tegn mod hånd og mund.

At lære er at bøje
sig over livet selv
og fylde sind og øje
med tankens himmelhvælv,
at undres og betages,
når livet kommer nær,
at møde, når det dages,
en større sandhed der.

At lære er at famle
i mørket, blind og stum,
at sprænge eller samle
sit eget verdensrum,
at vække det, der sover,
og gøre tanken fri,
at se en himmel over
hver drøm, man lever i.

Lad aldrig dine drømme
slå bro til vold og drab.
Lad åndens kilde strømme
mod fredens fællesskab.
At værge er at bære
sin brynje uden sværd,
først da vil drømmen være
den største tanke nær.