

TEKST NR 277

1994

PROJEKTARBEJDSPÆDAGOGIK
**- Om tre tolkninger af problemorienteret
projektarbejde.**

Claus Flensted Behrens
Frederik Voetmann Christiansen
Jørn Skov Hansen
Thomas Thingstrup

Vejleder: Jens Højgaard Jensen

TEKSTER fra

IMFUFA

ROSKILDE UNIVERSITETSCENTER
INSTITUT FOR STUDIET AF MATEMATIK OG FYSIK SAMT DERES
FUNKTIONER I UNDERVISNING, FORSKNING OG ANVENDELSER

IMFUFA, Roskilde Universitetscenter, Postboks 260, 4000 Roskilde

PROJEKTARBEJDSPÆDAGOGIK - Om tre tolkninger af problemorienteret projektarbejde.

af: Claus Flensted Behrens, Frederik Voetmann Christiansen, Jørn Skov Hansen, Thomas Thingstrup

Vejleder: Jens Højgaard Jensen

IMFUFA tekst nr. 277/94

72 sider

ISSN 0106-6242

Abstract.

Teksten omhandler forskellige former for problemorienterede, projektor-
ganiserede undervisningsformer. Knud Illeris' didaktiske overvejelser er
gennemgået, og Jens Højgaard Jensens didaktiske mål for den naturviden-
skabelige basisuddannelse på RUC er beskrevet. Desuden er formålet
med det projektororganiserede arbejde på Københavns universitets fysikud-
dannelses første år søgt afdækket. Sidst sammenlignes og diskuteres de
forskellige beskrevne projektororganiserede undervisningsformer.

Om IMFUFA-teksten 4/8-1994.

Det er efterhånden mere end et halvt år siden, at vi færdiggjorde nærværende rapport som opfyldelse af fysikoverbygningens F-tonings projekt. Siden da har vi fra flere sider modtaget konstruktiv kritik af forskellig art. Det meste af kritikken gik imidlertid på alt det, som vi ikke havde skrevet, og det har forekommet os at være for stor en opgave at råde bod på alt det. Der er derfor ikke foretaget de store rettelser i forhold til originalen - væsentligst er forståelsesmæssige brølere blevet rettet. Vi vil dog gerne, i lys af kritikken, understrege at alt ikke er sagt med denne rapport og at der er befyndningsfulde aspekter af projektarbejdsformen som ikke er behandlet i nærværende tekst. Disse er for eksempel: Vejlederrollen (i forhold til projektgruppens kvalifikationer og interesser), de fysiske rammer, evalueringer (og evalueringsformer) og ressourceproblemer. Det kan endvidere indvendes at vi har brugt for kort tid på at præcisere hvad der menes med "kurser" og "kursusundervisning". På trods af disse mangler håber vi at i vil finde rapporten værd at læse.

Rapporten er skrevet af:

Claus Flensted Behrens
Frederik Voetmann Christiansen
Jørn Skov Hansen
Thomas Thingstrup

Vejleder: Jens Højgaard Jensen

Rettelser foretaget af FVC.

Indholdsfortegnelse.

| | |
|--|----|
| <u>Forord.</u> | 3 |
| Kapitel 1: Indledende armbøjninger. | 4 |
| Indledning. | 4 |
| Problemformulering. | 5 |
| Rapportens opbygning. | 5 |
| Læsevejledning. | 6 |
| Metode. | 6 |
| Kapitel 2: Projektarbejde generelt. | 7 |
| Hvad er projektarbejde? | 7 |
| Tilpasset og konfronterende indlæring. | 8 |
| Eksemplarisk indlæring. | 9 |
| Wagenschein. | 9 |
| Negts ideer. | 11 |
| Kapitel 3: Illeris. | 12 |
| Projektarbejde. | 12 |
| Begrundelse. | 13 |
| Pædagogisk begrundelse. | 13 |
| Samfundsmæssig begrundelse. | 14 |
| Form. | 16 |
| Problemorientering. | 17 |
| Deltagerstyring. | 19 |
| Indhold. | 20 |
| Kapitel 4: Højgaard og NATBASIS. | 22 |
| Præsentation. | 22 |
| Højgaards kritik af Illeris' program. | 22 |
| Hvad kendetegner en paradigmatisk disciplin? | 24 |
| Paradigmatiske videnskaber og projektarbejde. | 26 |
| Tværfaglighed. | 29 |
| Didaktisk mål for den naturvidenskabelige basisuddannelse på RUC. | 30 |
| Midler hvormed målet med projektarbejdet søges nået. | 32 |
| Semesterbindingerne. | 33 |

| | |
|---|-----------|
| Projektrapport eksempler. | 36 |
| Eksempel 1: Sikker fusion? | 37 |
| Eksempel 2: Fra Newton til Land. | 40 |
| Eksempel 3: Matematiske modeller og videnskabsteoretiske problemer ved modeldannelse. | 43 |
| Afrunding på kapitlet. | 46 |
| Kapitel 5: De frie øvelser. | 48 |
| Baggrunden for projektarbejdet. | 49 |
| ARF rapporten. | 49 |
| Projektarbejdet idag. | 54 |
| Formålet med de frie øvelser idag. | 55 |
| Kapitel 6: Diskussion og konklusion. | 62 |
| Illeris' mål i forhold til NATBASIS mål. | 63 |
| Illeris' mål i forhold til de frie øvelsers formål. | 64 |
| NATBASIS formål i forhold til de frie øvelsers formål. | 64 |
| Illeris midler i forhold til NATBASIS midler. | 65 |
| Illeris' midler i forhold til de frie øvelser. | 66 |
| NATBASIS midler i forhold til de frie øvelser. | 66 |
| Litteraturliste. | 68 |
| Appendix. | 71 |

Forord.

I efteråret 1993, samtidig med at vi kæmpede med udarbejdelsen af nærværende rapport, blev der på Roskilde Universitets Center (RUC) afsluttet en samlet evaluering af alle uddannelser på centret. De evalueringsrapporter der kom i forbindelse hermed, læste vi med stor interesse, fordi vi håbede at kunne bruge dem i dette projekt. Projektarbejdet på RUC bliver dog ikke analyseret særligt dybt i rapporterne, måske fordi der overalt hersker en generel tilfredshed. Projektarbejdet bliver næsten over hele linien rost både af censorer, lærere og studerende. Problemerne her på institutionen ligger helt andre steder, for eksempel: bachelorstrukturen, kurserne og basisuddannelserne. På disse punkter hersker der langt større uenighed. Vi vil hverken her eller andre steder i rapporten kommentere disse ting men blot notere os at man på RUC åbenbart udmærket ved hvad projektarbejde er. Alle her på stedet kender remsen: "Det projektorganiserede, problemorienterede, deltagerstyrede, samfundsrelevante, gruppearbejde". Hvad der ligger bag disse "nøgleord", er jo bare det, vi laver til dagligt. Pointen er, som vi ser den, at vi her på stedet er blevet ganske gode til at lave projektarbejdet, men når vi skal begrunde, hvorfor vi gør det, står det helt anderledes sløjt til. Det er et problem, og ikke kun et problem der kan spores i evalueringsrapporterne, men også noget vi har oplevet hos vores medstuderende og vejlederne. Det skal ikke forstås sådan at alle er uinteresserede, men der mangler en debat om mål og midler for uddannelserne. Det er der sikkert mange grunde til: træthed fra de "gamle" vejledere over at have sagt de samme ting i 20 år, manglende "indoktrinering" af de nye vejledere, samt et ydre pres på de studerende (SU) til kun at beskæftige sig med direkte studierelevante ting. Det vil være absurd at forestille sig et fagligt miljø uden en faglig debat, på samme måde må det forholde sig med et pædagogisk miljø. Faren ved at projektdelen af vores uddannelse tilsyneladende fungerer godt er, at vi bliver lullet i søvn. RUC's motto lyder: "I stilhed døden, i strømmen livet", men dette fejlfortolkes nogle gange til, at der hele tiden skal ske ændringer. Efter vores mening er en fortsat debat, for at optimere og tilpasse det, der bringer "livet". Vores rapport prøver ikke at give opskriften på projektarbejde, men at kortlægge tre forskellige måder at lave projekter på samt at diskutere de ideologier og holdninger, der ligger til grund for projektarbejdet.

Kapitel 1: Indledende arbejdsopgaver.

Indledning.

Vi har valgt at beskæftige os med projektarbejdsformen, fordi vi gennem vores studie på RUC har fået erfaring med denne metode og samtidig har oplevet, at den til tider har været problematisk for os. Når man som studerende oplever problemer i sit studie, kan det være svært at abstrahere fra sin egen konkrete situation, og dermed overveje om oplevelserne dækker over større strukturproblemer. Samtidig har vi oplevet, at heller ikke vejlederne har været sikre i deres viden om, hvad projektarbejde er. Denne usikkerhed drejer sig både om, hvad projektformen er god til, og hvor den ikke slår til. Ydermere kan vi alle se os selv i rollen som undervisere, i gymnasiet eller andetsteds. Ved at arbejde med projektarbejde, støder man uundgåeligt på almene betragtninger om undervisning, der vil komme os til gode i en sådan situation.

Det var for os naturligt at undersøge den uddannelse, som vi selv har gennemgået, nemlig den naturvidenskabelige basisuddannelse (NATBAS). Dette vil vi gøre med henblik på at få gennemdiskuteret det teoretiske grundlag, og at få belyst under hvilke rammer projektarbejdet fungerer. Sammen med denne analyse vil vi undersøge, hvordan man ser på projektarbejdsformen udenfor RUC, og har her valgt at se på et projektarbejdet ved fysik på Københavns Universitet (KU): De frie øvelser. Disse øvelser er et kort projektforsøg for førsteårs studerende særlig med henblik på eksperimentelt arbejde. Da Knud Illeris' bøger om projektarbejde har status som "bibles" på RUC, har det desuden været naturligt for os at inddrage hans tanker i projektet.

Problemformulering.

Det stod ret hurtigt klart for os, at projektarbejdet indgår på forskellig måde i de tre programmer. Derfor blev det interessant at kigge på tankerne bag disse forskellige udformninger. Vi har derfor sat os som mål at finde ud af følgende:

Hvad er formålet med projektarbejdet,

- som Knud Illeris har tænkt det?

- som det eksisterer ved den naturvidenskabelige basisuddannelse på Roskilde universitetscenter?

- som det eksisterer ved frie øvelser på 1. års fysik på Københavns universitet?

Og med hvilke midler søges disse formål opfyldt?

Rapportens opbygning.

Vi starter med at se på, hvad der kan siges generelt karakteriserer projektarbejde, samt nogle grundlæggende overvejelser om projektarbejde (kapitel 2). Her efter vil vi gennemgå de tre projektarbejdsprogrammer for Illeris, NATBASIS og frie øvelser i nævnte rækkefølge, som henholdsvis kapitel 3, 4 og 5. Til sidst vil der naturligvis være en diskussion og konklusion.

Tak.

Vi vil gerne rette en tak til Sven Holm, der har været meget behjælpelig med materiale om "de frie øvelser" og udvælgelse af rapporter. Han har brugt tid til at tale med os adskillige gange og har muliggjort vort besøg på Københavns Universitet.

Tak til Knud Illeris, der har tilladt os et interview, og givet god skriftlig replik på vores oplæg om det han mener.

Endvidere tak til Karin Beyer, der har givet vejledning og kommentarer på vores skriftlige oplæg på trods af, at hun ikke har været vores officielle vejleder og har haft meget andet at tage sig til.

Sidst (men ikke mindst) tak til Jens Højgaard der har været vores vejleder og som, udover den almindelige vejledning, også har været behjælpelig med hensyn til det, vi har skrevet om hans holdninger.

Læsevejledning.

Vi vil før vi for alvor begynder knytte et par praktiske bemærkninger til projektet. Der er nemlig nogle lidt nogle særlige forhold omkring vores kilder. De projektrapporter der er benyttet som eksempler i kapitel 3 og 4 er ikke angivet med forfatternavn og står derfor separat i kildelisten. Nogle steder bygger teksten på mundtlige kilder, det vil dog i det enkelte tilfælde være angivet som sådan. De øvrige kilder er angivet med forfatternavn og årstal, og vil således hurtigt kunne findes i kildelisten. Ingen fodnoter indeholder andet end kildehenvisninger, så der er ingen grund til, at kigge nederst på siderne hvis ikke kilden har interesse.

Metode.

Vi skal også lige skrive et par ord om vores metode. Rapporterne vi præsenterer i dette projekt tjener udelukkende til at eksemplificere de begreber og pointer, som vi finder centrale for henholdsvis NATBASIS og KU. Vi vil ikke komme med nogen kvalitetsbedømmelse af disse rapporter, og de er ikke nødvendigvis repræsentative for rapporter det pågældende sted. Udvælgelsen er foregået med henblik på, at de netop skulle kunne demonstrere de pointer vi ønsker. Hvorvidt dette er lykkedes er op til læseren at bedømme.

Ud over at have læst diverse materiale og bøger har vi talt direkte med Knud Illeris, Sven Holm og naturligvis Jens Højgaard Jensen. Illeris har desuden været så venlig at gennemlæse og kommentere det, vi har skrevet om hans idéer. Desuden har vi været inde og overvære en dag af de frie øvelser på KU.

Kapitel 2: Projektarbejde generelt.

Vi vil i dette projekt komme til at behandle projektarbejdsformen på forskellig måde: Vi vil igennem to konkrete uddannelser (NATBASIS og KU) se på, hvordan arbejdsformen bliver anvendt i praksis, og vi vil se på en ideologisk udformning af et "program" (Illeris) for projektarbejde, der ikke direkte er tilknyttet nogen praksis. Men først vil vi gøre os nogle generelle betragtninger om projektarbejdsformen og begreber i tilknytning til denne, der kan være gode at kende lidt til, inden vi går i gang med det egentlige tema for denne rapport.

Hvad er projektarbejde?

Begrebet "projektarbejde" anvendes ofte i flæng, og det er ikke let at give en definition, der indeholder alle de fortolkninger, der findes af begrebet. Det har vi heller ikke tænkt os at prøve, men snarere prøve at afgrænse hvad der falder uden for vores brug af ordet projekt. Storebæltsbroen, for eksempel, er et projekt staten har sat i gang. Man kan mene om det, hvad man vil, men denne form for projektarbejde ligger helt udenfor det, vi vil tale om. Vores behandling af projektarbejde befinder sig for det første indenfor uddannelsessystemet, men selv dette kan vi indsnævre yderligere. Det kan være noget af et projekt at få skrevet sin danske stil, at få lavet sine biologiforsøg eller bestå en given eksamen, men dette ligger også uden for vores brug af ordet projekt i denne rapport. Hvad vi så mener med projektarbejde, er straks værre. Vi kan ikke indsnævre det til en fuldstændig, kort og klar definition, men der er nogle træk ved den måde, vi vil bruge det på. Senere i rapporten vil begrebet blive konkretiseret yderligere i forbindelse med andres brug af dette.

Et karaktertræk ved det vi kalder projektarbejde er, at det skal lede hen mod et endeligt produkt, det være sig en rapport, en videoptagelse, en tegneserie eller lignende. Det endelige produkt vil, i de tilfælde vi vil omtale, være en skriftlig rapport. Typisk vil projektarbejdet foregå i grupper af studerende eller elever med en eller flere tilknyttede lærere eller vejledere. Endeligt kan vi sige at et projektarbejdsforløb, i den forstand vi vil tale om det, strækker sig over en tidsperiode, der mindst må være et par uger, og at den endelige rapport bygges op omkring et

veldefineret formål, en problemformulering eller lignende.

De karaktertræk vi her har ridset op ved projektarbejde, er meget praktisk orienterede karakteristika. Der er dog også generelle karaktertræk af mere pædagogisk art ved projektarbejdsformen.

Tilpasset og konfronterende indlæring.

Vi vil ikke gå i dybden med begreberne tilpasset og konfronterende indlæring, men kun kort ridse op, hvordan de generelt hænger sammen med projektarbejdsformen for at give en bedre forståelse af denne. I traditionel undervisning er der i høj grad tale om tilpasset indlæring, mens et karakteristika ved projektarbejde er, at der i høj grad er tale om konfronterende indlæring.

Tilpasset indlæring er kort fortalt at underviseren sørger for at det stof, der undervises i, altid så godt som muligt passer til det niveau, de "forudsætninger, forventninger og behov"¹ eleverne har. Typisk er almindelig skoleundervisning af denne art, og der vil også forekomme tilpasset undervisning i projektarbejdet. Det kan f.eks. være en indføring i differentialkvotienter, i forbindelse med et projekt om problemer ved formidling af matematik.

Konfronterende indlæring opstår til gengæld når elevernes niveau, forudsætninger, forventninger og behov ikke svarer til det stof, de præsenteres for.

Derfor er konfronterende indlæring krævende, vi [de studerende] skal så at sige lave om på os selv for at klare situationen, og i nogle tilfælde afviser vi den [...] eller vi fordrejer den så den kommer til at passe ind i vores forudfattede tænkemåder og meninger.²

Konfronterende indlæring betragter vi som et karakteristika ved projektarbejde. Det er typisk for projektarbejdsformen, at den stiller eleverne overfor problemer, spørgsmål eller andre situationer, de ikke umiddelbart kan gå til, men må prøve af omveje at komme tættere på.

Et sidste begreb vi skal se på, inden vi går i gang med det egentlige tema for denne rapport, er eksemplarisk indlæring. Dette begreb knytter sig

¹ Illeris et al, 1985; s. 31.

² Illeris et al, 1985; s. 31.

ikke nødvendigvis til projektarbejdsformen, men vi skal senere se, hvordan det eksemplariske princip kan hænge sammen med projektarbejde.

Eksemplarisk indlæring.

I en traditionel undervisning er målet groft sagt, at eleverne skal lære "alt" om et fag: På en systematisk måde at få gennemgået alt der er defineret som fagets resultater. Dette bliver naturligvis på et tidspunkt umuligt indenfor en beskeden tidsramme (som et gymnasieforløb eller en universitetsuddannelse jo har). Dette problem, at man ikke kan nå at lære alt stof, kaldes stoffyldeproblemet.

Stoffyldeproblemet vokser, og har været voksende i takt med det i stigende grad videnskabliggjorte samfund. Stoffyldeproblemet er et problem for den traditionelle undervisning. Enten må uddannelserne deles op i stadig mere og mere specialiserede fag, eller også må undervisningen tilrettelægges på en anden måde. Tyskeren Martin Wagenschein har beskæftiget sig med dette problem, og indført begrebet eksemplarisk indlæring. Senere har hans landsmand Oskar Negt videreudviklet begrebet. Vi vil her kort se på Wagenscheins og Negts idéer, da det eksemplariske princip er et begreb, vi får brug for senere. Grunden til vi lige vælger Wagenschein og Negt er, at de to herrer må siges at være store kanoner og de er dækkende for det, vi skal bruge det eksemplariske princip til. Illeris, som vi senere skal se nærmere på, henviser til både Wagenschein og Negt.³

Wagenschein.

Wagenscheins udgangspunkt i starten af 1950'erne er stoffyldeproblemet og hans løsning på problemet, var den eksemplariske indlæring.⁴

Wagenscheins tanker om eksemplarisk indlæring bygger på tre teser:

Tese angående erkendelsens objekt: Et enkelt fænomen kan være et spejlbillede for en helhed.

[...]

³ se Illeris, 1981; s. 109-111.

⁴ Skovsmose, 1981; s. 54-55.

Tese angående relationen mellem erkendelsens subjekt og objekt: Det er muligt at erkende en helhed gennem en fordybelse i et udvalgt eksempel.

[...]

Tese angående erkendelsens subjekt: Et enkelt fænomen kan gribe og fastholde erkenderen i sin helhed og befordre et fuldstændigt og personligt engagement.⁵

De første to teser siger, at man ved at beskæftige sig med udvalgte eksempler, kan få indblik i mere end det, eksemplerne direkte omhandler. Med helhed henviser Wagenschein primært til en faglig helhed. For eksempel kan "et enkelt matematisk bevis eller problem [...] spejle fundamentale matematiske sammenhænge"⁶, og det er muligt gennem dette eksemplariske eksempel at erkende disse sammenhænge. Eller, sagt på en anden måde: Det enkelte matematiske bevis kan være eksemplarisk i forhold til fundamentale matematiske sammenhænge. Dette betyder for Wagenschein også, at det ikke er resultatet, men vejen til resultater, der er det vigtigste. Det, at noget er eksemplarisk betyder egentlig, at det er eksemplarisk i forhold til "noget" - i eksemplet: Fundamentale matematiske sammenhænge. Dette "noget" har at gøre med de pædagogiske mål for uddannelsen. Hvis eksemplerne i undervisningen vælges i forhold til de fundamentale træk i fysikken kan de spejle hele fysikken, lære eleven dette hele og gøre eleven fuldstændigt og personligt engageret. Det sidste punkt kommer af den tredje tese.

Med det eksemplariske princip kan stoffyldeproblemet ihvertfald reduceres. Ideen om at det enkelte kan være et spejlbillede for en helhed, har dog den fare, at hvis tesen ikke holder, vil undervisning efter det eksemplariske princip føre til en specialistdyrkelse. Men Wagenschein mente, "at jo mere man arbejder med et enkelt fagligt problem, jo større forståelse opnår man af selve faget".⁷ Et yderligere perspektiv ved det eksemplariske princip er ifølge Wagenschein, at når man trænger ned i et fag, vil fagets grænser begynde at opløse sig, for at ende i en slags al-humaniserende dybde. Der skulle altså under ethvert fag være et fælles lag, som berører hele mennesket og, som er dannende. Det eksemplariske princip er altså ikke blot en løsning på stoffyldeproblemet, men har også

⁵ Skovsmose, 1981; s. 54-59.

⁶ Skovsmose, 1981; s. 56.

⁷ Skovsmose, 1981; s. 58.

en dannende virkning, og det er denne dannelse, der er målet for uddannelse ifølge Wagenschein.⁸

Negts ideer.

Negt anerkendte Wagenscheins ideer om det eksemplariske princip som pædagogisk princip til at løse problemet med stoffylden, men havde en anden holdning til målet for uddannelsen. Det skal lige siges, at Negt beskæftigede sig meget med arbejderuddannelse, og dette er en del af grunden til den store forskel på ham og Wagenschein.⁹

Negt prøvede at finde et udgangspunkt, således at undervisningen kunne føre frem til en indsigt, der kan være med til at give arbejderen en forståelse for hans egen samfundsmæssige position, og som samtidig kan danne baggrund for et politisk engagement. Uddannelsen skal være politiserende, og den skal være med til at vise og skabe handlemuligheder.¹⁰

I Negts univers skal eksemplerne findes i arbejdernes umiddelbare samfundsmæssige interesser og behov samt give arbejderen en politisk forståelse. Undervisningen skal have en betydning for elevernes (arbejdernes) bevidsthedsudvikling, og i modsætning til Wagenschein mener Negt ikke, at dette sikres gennem fagenes egne dannelsesvirkninger, men ved at fagene sættes i forbindelse med individuelle og samfundsmæssige problemer.¹¹

Dette var en kort introduktion til det eksemplariske princip samt Wagenschein og Negt. Det er langt fra fyldestgørende til at beskrive Wagenscheins og Negts overvejelser, men skal her kun tjene som introduktion til det eksemplariske princip, som vi kommer til at høre mere om senere.

⁸ Dreyer Sørensen et al, 1981; s. 34-35.

⁹ Skovsmose, 1981; s. 59-62.

¹⁰ Skovsmose, 1981; s. 62.

¹¹ Skovsmose, 1981; s. 60.

Kapitel 3: Illeris.

Knud Illeris blev udlært i HK i 1959, matematisk student i 1968 og mag. art. i psykologi i 1974. Han var med til at starte det frie gymnasie i 1970, var vikar på RUC i 1972, adjunkt på RUC i 1974 og lektor samme sted 1978. Han er pt. tilknyttet EVU-gruppen (Erhvervs- og Voksenuddannelsesgruppen) hørende under Institut VII på RUC.

Projektarbejde.

Før vi kaster os ud i at se på det, vi vil kalde Illeris' undervisnings program, skal vi kort se på, hvordan Illeris definerer projektarbejde. Vi har tidligere set på en meget generel definition af projektarbejde, Illeris' er mere specifik:

Projektarbejde definerer vi som et pædagogisk arbejdsmonster, hvor elever eller studerende - i samarbejde med lærere og evt. andre - udforsker og behandler et eller flere problemer i nær relation til den samfundsmæssige virkelighed, de forekommer i. Dette indebærer, at arbejdet skal give stadig stærkere oplevelse, dyberegående erkendelse og øget perspektiv, at problemerne angribes og belyses fra forskellige synsvinkler uafhængigt af traditionelle faggrænser, og at valget af teorier, metoder og redskaber styres ud fra de valgte problemer. Lærernes rolle er ikke blot at formidle viden, men også i solidaritet med eleverne at fungere som igangsættere, inspiratorer, rammesættere, vejledere og konsulenter. Arbejdet skal munde ud i et konkret produkt, der kan være en mundtlig fremlæggelse, en skriftlig rapport, eller være udtrykt i andre medier eller handlinger.¹² [Tilsvarende definition findes i¹³]

Udover at projektarbejdet "skal munde ud i et konkret produkt", som den tidligere generelle definition af projektarbejde vi så på også indeholdt, indgår i Illeris' definition begreber som: "Problemer", "samfundsmæssig virkelighed" og "uafhængig af traditionelle faggrænser". Det er blandt andet disse ord, vi skal se nærmere på i det følgende. Faktisk indeholder ovenstående citat en hel del indforståethed, der først vil blive klart, når vi kender Illeris' program bedre. Hvad Illeris faktisk lægger i ordet projektarbejde vil således træde klarere frem i gennemgangen af hans program.

¹² Illeris et al, 1985; s. 23.

¹³ Illeris, 1981; s. 161-162.

Vi vil se på Illeris' program delt under tre overskrifter:

- Den samfundsmæssige- og pædagogiske- begrundelse for denne form for undervisning.
- Undervisningens form det vil sige, de begreber der karakteriserer hvordan undervisningen skal forløbe: De praktiske arbejdsmetoder. Og
- Undervisningens indhold.

Begrundelse.

Hvorfor mener Illeris, at vi skal lave et projektor organiseret studie, som det han taler om? Dette spørgsmål vil vi diskutere hen ad vejen, som vi gennemgår Illeris' program, men vil dog først kort komme med et par pointer, der er gode at have i bagehovedet, inden vi kaster os ud i det egentlige program. Vi kan opdele Illeris' begrundelse i to hovedpointer: En pædagogisk begrundelse og en samfundsmæssig begrundelse.

Pædagogisk begrundelse.

En vigtig ting ved undervisning må være, at deltagerne kan huske, forstå og anvende det, de har lært også på længere sigt. Hvis deltagerne ikke finder det præsenterede stof relevant eller interessant, er det næsten så godt som sikkert, at de fleste ikke lærer det ordentligt og på længere sigt glemmer, hvad de har lært. I traditionel undervisning hvor en lærebog eller et pensum følges, er der ingen sikkerhed for, at deltagerne finder stoffet hverken relevant eller interessant. Der er altså i traditionel undervisning et motivationsproblem. Dette bygger grundlæggende på, at man ikke kan tvinge deltagerne til at lære noget, men "må tage udgangspunkt i den motivation og de interesser de har".¹⁴

Det er en grundlæggende forståelse bag projektarbejdet som pædagogisk arbejds-
mønster, at man bedst udvikler sig og lærer noget, når man oplever, at det man
beskæftiger sig med, er noget der har mening, betydning og perspektiv.¹⁵

Projektarbejde er simpelthen bedre til at aktivere deltagernes motivation end traditionel undervisning, da det giver eleverne mulighed for at beskæftige sig med problemer, der er nært relaterede til dem selv. Endvidere indebærer projektarbejde, som vi senere skal se nærmere på, en

¹⁴ Illeris, 1993; Kommentar til vores udlægning af hans program.

¹⁵ Illeris et al, 1985; s. 45.

mere sammenhængende indlæring, modsat den traditionelle fagopdelte.

Samfundsmæssig begrundelse.¹⁶

Den samfundsmæssige begrundelse for at lave projektarbejde som Illeris foreskriver det, er for ham meget vigtig. Hele Illeris' samfundsmæssige begrundelse tager udgangspunkt i strukturerne og tendenserne i det kapitalistiske samfund.

I 60'erne opstod der mangel på arbejdskraft. Virksomhederne ønskede naturligvis at fortsætte den udvikling og ekspansion, der så småt var startet efter anden verdenskrig og som rigtig tog fart i starten af 60'erne. Da man ikke længere kunne skabe denne udvikling ved at indhente stadig større mængder arbejdskraft, kom den

til at afhænge af en øget produktivitet gennem fornyelser i produktionsapparatet, ændringer i arbejdets organisation og forøgelse af arbejdstempoet. [...] Hele denne udvikling resulterede i nogle nye krav til arbejdskraften i retning af evne til at omstille sig og orientere sig, finde sig til rette under stadig mere komplicerede og omskiftelige forhold, øget selvkontrol og samarbejdsevne, mental og social fleksibilitet og selvstyring indenfor givne rammer.¹⁷

Disse krav kalder Illeris kravet om *kvalificering* af arbejdskraften. Arbejdsmarkedet krævede så at sige, at uddannelsessystemet ændredes for at skabe den kvalificerede arbejdskraft, der var så nødvendig for virksomhedernes udvikling og vækst - den vækst det kapitalistiske samfund til stadighed foreskriver. Endvidere var der i slutningen af 60'erne og starten af 70'erne et krav, som resultat af studenteroprøret, om en omlægning af uddannelsessystemet hen imod større frihed for de studerende.

I begyndelsen af 1970'erne kunne det statslige bureaukrati således arbejde sammen med studenterbevægelsens repræsentanter om oprettelsen af universitetscentre i Roskilde og Ålborg, hvor projektarbejde blev fastlagt som den bærende undervisningsform.¹⁸

Omkring 1973 ændredes de samfundsøkonomiske forhold sig imidlertid drastisk: Samfundet gik fra højkonjunktur til lavkonjunktur. Dette har dog ikke fjernet kravet om kvalificering af arbejdskraften, tværtimod har krisen skabt et skærpet behov for kvalificeret arbejdskraft, så udgifter til

¹⁶ Illeris, 1981; s. 7-13 og Illeris et al, 1985; s. 23-30.

¹⁷ Illeris et al, 1985; s. 24.

¹⁸ Illeris, 1981; s. 9.

produktion kan holdes nede.¹⁹ Under krisen bliver virksomhederne presset økonomisk og det kapitalistiske system bliver mere

sårbart, systemets ulemper bliver mere åbenlyse, og det skærper tilpasningskravet, så en mere aktiv accept af forholdene og ubetinget loyalitet mod virksomheden og systemet accentureres [fremhæves].²⁰

Dette er endvidere medvirkende til, at det under krisen:

er blevet mere klart, at uddannelserne som en del af det kapitalistiske samfund er genstand for en stadig politisk kamp, i sidste ende en del af klassekampen.²¹

Illeris ønsker at tage del i klassekampen på arbejdernes side, og indfører som modbegreb til kvalificering begrebet modkvalificering. Modkvalificering er en bevidstgørelse af arbejdskraften om den rolle den spiller i samfundet, om hvordan det kapitalistiske system fungerer, "samt engagement og handlekraft til målrettet medvirken i klassekampen på arbejderklassens side"²². Det enkelte menneske må være bevidst om sin rolle i samfundet, så det kan deltage i kampen mod den udbytning og undertrykkelse det kapitalistiske samfund bygger på. Denne udbytning og undertrykkelse beskriver Illeris kort således:

For at systemet [det kapitalistiske samfund] kan fungere må prisen for arbejdskraften nødvendigvis gennemsnitligt ligge lavere end værdien af det arbejde der udføres. Og således bliver der helt grundlæggende tale om en undertrykkelse, idet arbejdskøberen har ret til at bestemme hvad arbejderen skal foretage sig, og en udbytning, idet arbejdskøberen tjener på anvendelsen af den købte arbejdskraft.²³

Det projektorganiserede studie er, i følge Illeris, ikke i sig selv nok til at skabe modkvalificeringen. Illeris skriver at:

Det ikke er i selve de pædagogiske principper, den politiske kraft ligger, de åbner blot nogle nye muligheder, som også er i overensstemmelse med udviklingen i det kapitalistiske samfunds kvalifikationskrav.²⁴

Det, at de pædagogiske principper faktisk er i overensstemmelse med det

¹⁹ Illeris, 1981; s. 52.

²⁰ Illeris, 1981; s. 52.

²¹ Illeris, 1981; s. 9.

²² Illeris, 1981; s. 94.

²³ Illeris, 1985; s. 26-27.

²⁴ Illeris, 1981; s. 10.

kapitalistiske samfunds kvalifikationskrav, er ikke en svaghed ved Illeris' program, men en del af styrken. De mennesker Illeris ønsker at uddanne, er nemlig folk, der dels kan begå sig i det eksisterende kapitalistiske samfund, og dels er i stand til at gennemskue det og kæmpe for at ændre det. Kvalificering og modkvalificering er altså på en gang i modsætning til hinanden, og samtidig er begge egenskaber nødvendige og må gå hånd i hånd. Men hvor kvalificering så at sige er indbygget i de pædagogiske principper, kommer modkvalificeringen "i den konkrete udmøntning af"²⁵ pædagogikken.

Illeris vil ikke i dag udtrykke sin samfundsmæssige begrundelse helt så skarpt:

Jeg vil idag formulere mig anderledes. Ordet "klassekamp" er ikke længere velegnet til at beskrive situationen. Men "almindelige mennesker" - lønarbejdere, små selvstændige og arbejdsløse - har stadig behov for en kvalificering der går ud over den "nødvendige" kvalificering og kan kaldes modkvalificering dvs. kvalificering til et godt liv, til at bruge sine potentialer, til at være med til at bestemme. Det centrale i en modkvalificering idag drejer sig om selvforvaltning, at kæmpe for selvforvaltning og at kunne magte den.²⁶

Begreberne om kvalificering og modkvalificering er Illeris' samfundsmæssige begrundelse for hans uddannelsesstrategi. Det er disse begreber samt det førnævnte motivationsproblem i traditionel undervisning, vi skal have i baghovedet, når vi ser nærmere på Illeris' program.

Form.

Med hensyn til undervisningens form og organisation har Illeris grundlæggende to begreber: Problemorientering og deltagerstyring. I Illeris' program kan ingen af de to begreber stå alene, og er dermed begge nødvendige begreber for beskrivelsen af projektarbejdets form og organisation, for at sikre kvalificering og modkvalificering.

²⁵ Illeris, 1981; s. 10.

²⁶ Illeris, 1993; Kommentar til vores udlægning af hans program.

Problemorientering.

Problemorientering betyder kort sagt, at man opstiller/finder en problemstilling, arbejder målrettet med denne problemstilling og inddrager undervejs det for problemstillingen relevante stof.

Det helt centrale ved den problemorienterede undervisningsform er, at udgangspunktet ikke tages i de gennem traditionen udviklede fag, hvis konstituering ligger langt tilbage i fortiden og var betinget af forlængst forsvundne samfundsforhold, men derimod i foreliggende problemer, der findes her og nu, og i hvis behandling de forskellige fags viden, metoder og teorier inddrages i det omfang, det netop ud fra den pågældende problemstilling er relevant.²⁷

Det at arbejde problemorienteret modsat at arbejde fag- eller emneorienteret betyder altså, at de traditionelle faggrænser nedbrydes. Det er ikke fagene der dikterer, hvad der er relevant men problemerne. Og dette fører næsten altid til en eller anden form for tværfaglighed. Det er dog ikke tværfagligheden der er det vigtige, den følger bare i de fleste tilfælde med²⁸. Det vigtige er problemorienteringen, og at det er problemerne, der dikterer pensum - ikke gamle traditioner inden for fag.

problemer respekterer ingen faggrænser, men påkalder sig tværtimod meget ofte belysning fra forskellige synsvinkler og dermed som regel også fra forskellige fagområders emnekredse. Dermed fører problemorienteringen hurtigt ind i en reel tværfaglighed, der vil medføre et pres for også formelt at få faggrænserne nedbrudt, fordi der ellers til stadighed vil opstå modsætninger og begrænsninger i forholdet mellem de faktiske aktiviteter og de formelle rammer.²⁹

Ved nedbrydning af faggrænserne gennem problemorienteret arbejde får deltagerne i undervisningen mulighed for at se en sammenhæng mellem det stof, der ellers traditionelt har været opdelt i forskellige fag. De lærer at benytte det traditionelt fagopdelte stof på tværs og får derigennem en mere sammenhængende forståelse af dette stof end ved traditionel fagopdelt undervisning. På arbejdsmarkedet bliver der i stigende grad brug for folk, der netop er istand til at sætte sig ud over faggrænserne i løsningen af de mere og mere komplicerede problemer, der er opstået som en konsekvens af den teknologiske udvikling. Problemorienteringen er altså med til at kvalificere deltagerne til arbejdsmarkedet:

²⁷ Illeris, 1981; s. 99.

²⁸ Illeris, 1981; s. 100.

²⁹ Illeris et al, 1985; s. 45-46.

For kvalificeringen indebærer princippet om problemorientering altså en mulighed for overvindelse af den opsplittning i opbygningen af kundskaber og færdigheder, der dels i mange af det moderne samfunds komplicerede sammenhænge gør disse kundskaber og færdigheder utilstrækkelige eller direkte uanvendelige, dels er en del af baggrunden for den negativitet, der er ved at udvikle sig til et alvorligt problem for samfundet både i og uden for uddannelserne.³⁰

Hvor den negativitet Illeris skriver om, er en reaktion mod

den mere og mere komplicerede og fremmedgørende udvikling i samfundet... [der giver] individernes forsvarsreaktioner mere og mere karakter af tilbagetrækning, unddragelse eller diffus modstand, og det giver systemet nogle problemer³¹

Men det er ikke blot kvalificeringen der sikres gennem problemorienteringen - også modkvalificeringen kan sikres:

"For modkvalificeringen indebærer princippet om problemorientering tillige, at der kan foregå en problematisering af deltageres samfundsmæssige forståelse"³².

Deltagerne vil gennem retvalgte problemstillinger få mulighed for at beskæftige sig med problemer, der angår deres egen samfundsmæssige virkelighed. Illeris mener faktisk, at det skal være et krav til problemerne der tages op, at de angår elementer i den samfundsmæssige virkelighed³³.

Hvis deltagerne får mulighed for at beskæftige sig med problemer de direkte kan relatere til sig selv og den samfundsmæssige virkelighed de indgår i, opnås muligheden for en større motivation for deltagerne end ved traditionel undervisning. Men det er lige så klart, at denne motivation sagtens kan udeblive, hvis ikke deltagerne samtidig med problemorienteringen får indflydelse på, hvilke problemer der vælges. Her kommer deltagerstyringen ind i billedet.

³⁰ Illeris, 1981; s. 101.

³¹ Illeris, 1981; s. 96.

³² Illeris, 1981; s. 101.

³³ f.eks. Illeris et al, 1985; s. 49.

Deltagerstyring.

Det er grundlæggende for projektarbejdet, ifølge Illeris, at undervisningen er deltagerstyret (og dermed antiautoritær). Deltagerne har selv ansvaret for løsningen af problemer og alle de processer, der fører til det endelige produkt. Dette sikrer, at arbejdet til stadighed er relevant og er med til at modvirke, det før omtalte motivationsproblem ved traditionel undervisning.

Elevernes rolle er aktiv og udforskende, de har selv ansvaret for, at de lærer noget, for at det bliver til noget, men også for at holde lærerne fast og for at sige fra, især hvis de oplever, at forløbet er på vej væk fra det, der var deres problemer og interesser.³⁴

Det er vigtigt at forstå, at deltagerstyringen ikke medfører, at eleverne kan lave hvad som helst når som helst. Deltagerstyring betyder ikke, at gruppen nødvendigvis kan vælge at arbejde med det, der lige falder dem ind. Der kan være fastsat forskellige rammer, indenfor hvilke arbejdet skal holde sig.³⁵ Det er dog meget vigtigt, at disse rammer ikke bliver for snævre og dermed vil "stille sig i vejen for deltagernes engagement".³⁶ Deltagerstyring bygger på et samarbejde mellem eleverne og vejlederen, hvor vejlederen fungerer som en deltager i projektarbejdet. Vejlederens ansvar er stort i projektgruppen, og omfatter:

en forpligtelse til at kende og videregive projektarbejdets principper og metode, at virke som garant for reel deltagerstyring, som faglig udfordrer og vejleder, og at medvirke til at inddrage relevant materiale og knytte kontakter udadtil.³⁷

Dette stiller altså store krav til vejlederen, og dermed også til eleverne om, at "holde læreren fast" og "at sige fra".

Deltagerstyringen er sammen med problemorienteringen med til at give den nævnte kvalificering og modkvalificering. Dette skyldes, "at der kan foregå en problematisering af deltagernes samfundsmæssige forståelse"³⁸. Eleverne får stor ansvarsfølelse, og de lærer selv at tage ansvar samt at

³⁴ Illeris et al, 1985; s. 47.

³⁵ Efter interview med Illeris 1993.

³⁶ Illeris, 1981; s. 102.

³⁷ Illeris et al, 1985; s. 47.

³⁸ Illeris, 1981; s. 101.

arbejde selvstændigt indenfor de givne rammer. Det er dog klart, at hverken deltagerstyringen eller problemorienteringen kan gøre dette alene, og de er således to sidestillede grundlæggende didaktiske principper i Illeris' undervisningsprogram. Endvidere

kommer så, at lærerstyringen i den daglige undervisning principielt er en videreførelse af det kapitalistiske samfunds undertrykkelse og umyndiggørelse af eleverne helt ned i hverdagens detaljer.³⁹

Indhold.

Det eksemplariske princip er det begreb, der siger noget om karakteren af de valgte problemstillingerens indhold:

Indholdet, de valgte problemer og synsvinkler, skal både være subjektivt relevant, dvs. det skal knytte an til elevernes erfaringer og interesser, så eleverne oplever det som spændende og udfordrende [sikres gennem problemorienteringen og specielt gennem deltagerstyringen], og samtidig objektivt relevant, dvs. det skal pege frem mod bearbejdningen af væsentlige sammenhænge i den eksisterende samfundsmæssige virkelighed.⁴⁰

Det sidste betyder, at de valgte problemer skal være eksemplarisk i forhold til den samfundsmæssige virkelighed (jævnfør hvad vi tidligere har skrevet om det eksemplarisk princip i kapitel 2).

Det eksemplariske princip spiller i Illeris' program en lidt anden rolle end den der oprindeligt blev udviklet af Wagenschein (stoffylde-problemet). Det er klart, at der i problemorienteret og deltagerstyret arbejde, hvor der ikke på forhånd er givet noget pensum, er behov for en måde til at sikre, at der alligevel bliver arbejdet med problemstillinger, der kan leve op til både kvalificeringen og modkvalificeringen. Det eksemplariske princip kræver, at projektarbejdet skal være eksemplarisk i forhold til "bearbejdningen af væsentlige sammenhænge i den eksisterende samfundsmæssige virkelighed".⁴¹ Illeris' fortolkning af det eksemplariske princip ligner meget Negts. For kvalificeringen skal det sikre, at det er de vigtige og grundlæggende sammenhænge der arbejdes med, og som giver en forståelse, også udover det konkrete problem. Der åbnes således "mulighed for en sammenkobling mellem deltagernes engagement og den

³⁹ Illeris, 1981; s. 103.

⁴⁰ Illeris et al, 1985; s. 49.

⁴¹ Illeris et al, 1985; s. 49.

tilsigtede kvalificering".⁴² For modkvalificeringen siger det næsten sig selv: Det er et krav at arbejdet skal "pege frem mod bearbejdningen af væsentlige sammenhænge i den eksisterende samfundsmæssige virkelighed".⁴³ Det vil sige, at det skaber muligheden for at problematisere deltagerens samfundsmæssige virkelighed.

Projektarbejdet, som vi har gennemgået det her, er for Illeris, en måde til at komme ud af det traditionelle undervisningssystem mange ulemper, at give eleverne et positivt forhold til indlæringen, at skabe en sammenhæng i undervisningen, indlæringen og elevernes samfundsmæssige forståelse: En måde til at skabe kvalificering og modkvalificering. Tingene kan ikke holdes ud fra hinanden, og meget af det ligger i nedenstående citat:

Projektarbejdets dynamik ligger i problemerne. Forløbet kan aldrig forudses, problemerne må tages op, som de melder sig undervejs, og det er netop det man udvikles og lærer noget af. Man møder ydre modstand, skal arbejde under tidspres, tage beslutninger i fællesskab og med reelle konsekvenser, man kommer til at afprøve sin viden og sine forhåndsantagelser, konfronteres med egne fordomme og begrænsninger, tvinges ud i selvkritik og kritik fra andre. Der er altid problemer af både faglig, praktisk, samarbejds-mæssig og personlig karakter, ja disse forhold kan slet ikke holdes ude fra hinanden - og det er netop konfrontationen med problemerne, der giver en dyberegående oplevelse og indlæring, og en udvikling der ikke bare er af intellektuel karakter, men omfatter alle sider af personligheden.⁴⁴

⁴² Illeris, 1981; s. 115.

⁴³ Illeris et al, 1985; s. 49.

⁴⁴ Illeris et al, 1985; s. 46.

Kapitel 4: Højgaard og NATBASIS.

Da Højgaard ikke selv har lavet en fuldstændig præsentation af sit "program", har vi har valgt indledningsvist at fremlægge Højgaards kritik af Illeris' program. Derefter beskriver vi Højgaards overordnede didaktiske mål. Herefter kommer et afsnit, der beskriver med hvilke midler målet søges nået på NATBASIS. Sidst gives eksempler på NATBASIS rapporter der er, eller i det mindste kan udlægges som værende, eksemplariske i forhold til de didaktiske mål og midler.

Præsentation.

Jens Højgaard Jensen blev cant. scient. i fysik og matematik i 1970 fra Københavns Universitet. Han var med til at starte projektarbejdet på fysikuddannelsen på KU. Han var tillige med til at udforme NATBASIS og fysikoverbygningen på RUC, som det oprindeligt så ud, og har været med lige siden, bla. ikraft af en prorektor stilling. Højgaard er pt. ansat på IMFUFA på RUC.

Højgaards kritik af Illeris' program.

Indledningsvis bør vi nok nævne, at Højgaard i det væsentlige er enig med Illeris i forståelsen af problemorientering og deltagerstyring. Han mener grundlæggende, lige som Illeris, at man lærer bedre i sammenhæng. Den væsentligste forskel på Højgaards og Illeris' program er opfattelsen af, hvad arbejdet skal være eksemplarisk i forhold til. Hvor Illeris mener, at arbejdet skal "pege frem mod bearbejdningen af væsentlige sammenhænge i den eksisterende samfundsmæssige virkelighed"⁴⁵, mener Højgaard overvejende at projektarbejdet skal illustrere vigtige pointer i relation til naturfaget.

Højgaard deler, i store træk, Thomas Kuhns opfattelse og skelner mellem paradigmatisk og før-paradigmatisk videnskaber⁴⁶. Fysikfagets under-

⁴⁵ Illeris et al, 1985; s. 49.

⁴⁶ Se evt. Chalmers, 1990; s. 91.

discipliner som Newtonsk mekanik, bølgeoptik, elektrodynamik med flere, bygger på paradigmer og kvalificerer dermed, som det Højgaard opfatter, som velfunderede fag. Herved adskiller fysikfaget sig fra mange af samfundsvidenskaberne, der med en mere løs struktur ikke klart dikterer hvordan et problem skal imødegås og løses. Højgaards skelnen mellem de forskellige videnskaber er således mere nuanceret end Illeris'. Illeris skriver:

Med problemorienteringen støder man også i de fleste tilfælde mod den traditionelle læreplans-tænkning, hvor udgangspunktet altid tages i 'stoffet', i det der skal læres, som så søges arrangeret efter en faglig og/eller pædagogisk systematik og præsenteres for eleverne som stof eller opgaver.⁴⁷

Højgaard mener at visse discipliner i fysikken har en struktur, hvor pensum nærmest foreskriver sig selv, simpelthen fordi disciplinerne er paradigmatisk og dermed har en ganske særlig struktur. Det er således ikke blot en tilfældig autoritet, der har bestemt pensum men (i visse tilfælde) en hundredevis af år gammel tradition og indre struktur. Denne tradition og struktur er ikke noget man blot kan "underlægge problemerne", for den principielle forståelse af disciplinerne nås først ved en systematisk tilgang til disciplinen. Problemer valgt i henhold til de studerendes samfundsmæssige virkelighed kan, ifølge Højgaard, ikke diktere om naturvidenskab er vigtigt eller ej. Naturvidenskaberne (specielt fysik) er vigtige, ikke blot i samfundet men også på egne præmisser.

Et forsøg på at indsnævre mere præcist, hvad der karakteriserer en paradigmatisk disciplin, er temmelig svært, og hvorvidt den særlige indre struktur er noget, der er forbeholdt naturvidenskaberne er svært at bedømme. Hvis der kigges nærmere på Kuhns definition, ses det, at paradigmebegrebet ikke er særligt specificeret, og det ligger uden for nærværende rapports mål at gennemgå Kuhns teori - selv Kuhn er (lidt) i tvivl om, hvorvidt paradigmerne er forbeholdt naturvidenskaberne.⁴⁸ I det følgende vil vi dog prøve at indkredse lidt nærmere, hvad Kuhn og Højgaard mener med en paradigmatisk disciplin. Inden vi gør det, vil det dog være på sin plads at slå fast at fag og disciplin ikke er det samme. Et

⁴⁷ Illeris et al, 1985; s. 45.

⁴⁸ Kuhn, 1970; s. 15.

fag, som fysik, er sammensat af forskellige discipliner som for eksempel termodynamik, Newtonsk mekanik, optik, kvantemekanik og så videre. Tysk er sammensat af litteratur, lingvistik og så videre. I det følgende er det ikke fag, men discipliner der diskuteres.

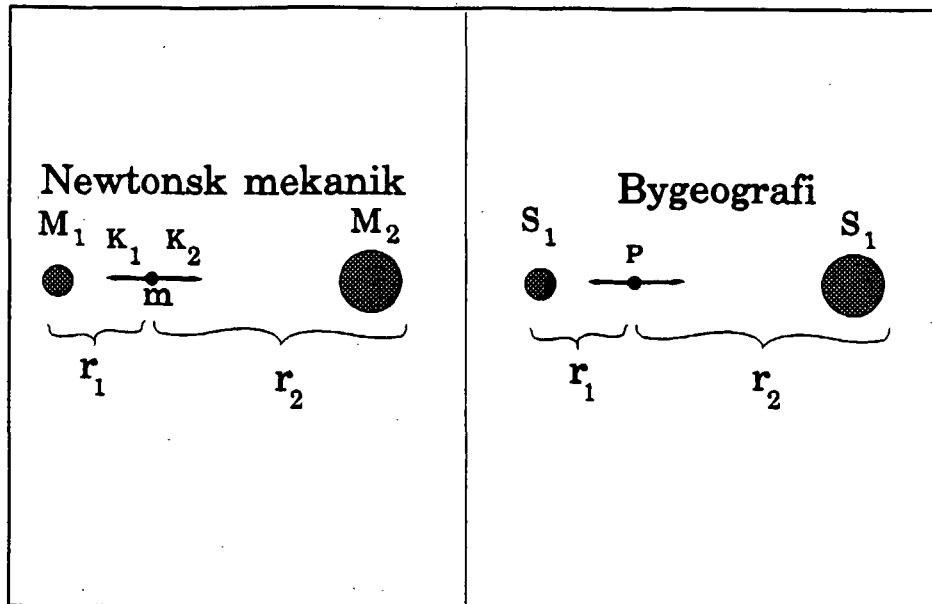
Hvad kendetegner en paradigmatisk disciplin?

Det er et studie i sig selv at svare dybdegående på ovenstående spørgsmål, men selv om det ikke er let at definere hvad der udgør en paradigmatisk disciplin, er der dog visse kendetegn, der er relevante at nævne her. En ting der kendetegner en paradigmatisk disciplin er eksplicit formulerede lovmæssigheder (eksempelvis Newtons bevægelsesligninger) der ikke betvivles af udøverne. Disse lovmæssigheder udtaler sig ikke om specifikke fænomener, men er generelle og konsistente fundament for en videre teoribygning. For at antyde karakteren og vigtigheden af disse lovmæssigheder betragter vi Newtons anden lov $\mathbf{K} = d(m\mathbf{v})/dt$, hvor \mathbf{K} er kraft, m er legemets masse og \mathbf{v} er legemets hastighed. Umiddelbart ser det jo ikke ud af ret meget, mest af alt har den vel karakter af en definition: Hvis et legemes impuls ($m\mathbf{v}$) ændres er det under påvirkning af en kraft. Imidlertid ligger der bag denne formel grundantagelser der giver udtrykket mening. Det antages i klassisk mekanik at massen er konstant. I den relativistiske dynamik, hvor udtrykket også er gældende er forståelsen en anden. Her er massen afhængig af hastigheden:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

hvor m_0 er hvilemassen og c er lysets hastighed. Forståelsen af udtrykket $\mathbf{K} = d(m\mathbf{v})/dt$ afhænger altså af, om man arbejder med klassisk eller relativistisk mekanik. Valget er gennemgribende for, hvordan man vælger at anskue verden og definerer så at sige disciplinen. Tilsvarende grundlæggende anskuelser findes ikke i mange af, eksempelvis, samfundsvidenskabernes discipliner. Godt nok benyttes der matematik til at beskrive verden, men formalismen har ikke den samme status som i de eksakte videnskaber. Højgaard giver selv (i en noget anden sammenhæng) et

stiliseret eksempel:



På den ene side af figuren illustreres et problem der kan løses med den Newtonske mekanik. En meteor med massen m tiltrækkes af to himmellegemer med masserne M_1 og M_2 . Til hvilken side vil meteoren bevæge sig? Dette problem kan løses med Newtons universelle gravitationslov. Den siger at to legemer påvirker hinanden med en kraft der er proportional med produktet af masserne og omvendt proportionalt med afstanden i anden potens ($K = Gm_1m_2/r^2$). Meteoren vil bevæge sig i den retning, der påvirker den med den største kraft. Det vil sige, at hvis M_1/r_1^2 er større end M_2/r_2^2 vil meteoren falde til venstre, og hvis M_2/r_2^2 er større end M_1/r_1^2 vil meteoren falde til højre.

På den anden side af figuren ses et bygeografisk eksempel. Det drejer sig om, hvordan folk handler. Personen P i afstanden r_1 fra byen med størrelsen S_1 og afstanden r_2 fra byen med størrelsen S_2 . Som beskrivelse benyttes en analog til eksemplet med meteoren: Hvis S_1/r_1^2 er større end S_2/r_2^2 vil personen handle i byen til venstre, og hvis S_2/r_2^2 er større end S_1/r_1^2 vil personen handle i byen til højre. De to eksempler viser, at brugen af matematiske modeller i forskellige videnskaber er af forskellig art. Beskrivelsen af hvordan folk handler er måske nok en udmærket model, men det er udelukkende en empirisk baseret model. Modellen kan

tilpasses efter omstændighederne, eksempelvis kan r^2 ændres til $r^{1.8}$. Sådan forholder det sig ikke med den fysiske model. I den fysiske model gælder to-tallet eksakt.⁴⁹ Der er altså en forskel i graden af forståelse af modellerne.

Paradigmatiske videnskaber kendetegnes tillige ved standardiserede metoder til angribelse af problemer inden for disciplinens område og en temmelig klar afgrænsning af, hvad disciplinen omfatter. Denne afgrænsning og metode er ikke alene dikteret af udøverne af videnskaben - selve paradigmet foreskriver den. Men det er mere end det. Kuhn skriver:

If for example, the student of Newtonian mechanics ever discovers the meaning of terms like 'force', 'mass', and 'time', he does so less from the incomplete though sometimes helpful definition in his text than by observing and participating in the application of these concepts to problem-solution.⁵⁰

Det er altså også grundlæggende forståelser, der måske ikke engang diskuteres, men som stiltiende ligger i traditionen. De eksakte videnskabers discipliner lever, ifølge Højgaard, op til disse krav.

Paradigmatiske videnskaber og projektarbejde.

De fag, der hovedsaglig består af paradigmatiske discipliner lægger ikke i særlig høj grad op til konfronterende indlæring men snarere en tilpasset. Det hænger sammen med det ovenfor beskrevne. Paradigmerne er garanter for en usædvanlig grad af teoribygning og gennemsyrrer hele den måde, man anskuer tingene på. Derfor må man gå ind på paradigmets præmisser for at forstå hvad det drejer sig om. Det gøres ved at starte ved det basale og derefter bygge ovenpå. Højgaard har i sin egen formulering beskrevet denne del af de eksakte videnskabers problemer i forhold til Illeris' program således:

... De lange kundskabslinjer: Det er f.eks. at skyde spurve med kanoner at lære sig termodynamik for selv at kunne udlede nyttevirkningsformler (i stedet for at slå dem op) i forbindelse med et projekt om køleskabes energiøkonomi, hvis sigtet med projektet er at lære noget om samfundet gennem dets energipolitik og ikke netop om termodynamik gennem køleskabe.⁵¹

⁴⁹ Frit efter Højgaard Jensen, 1990; s. 54.

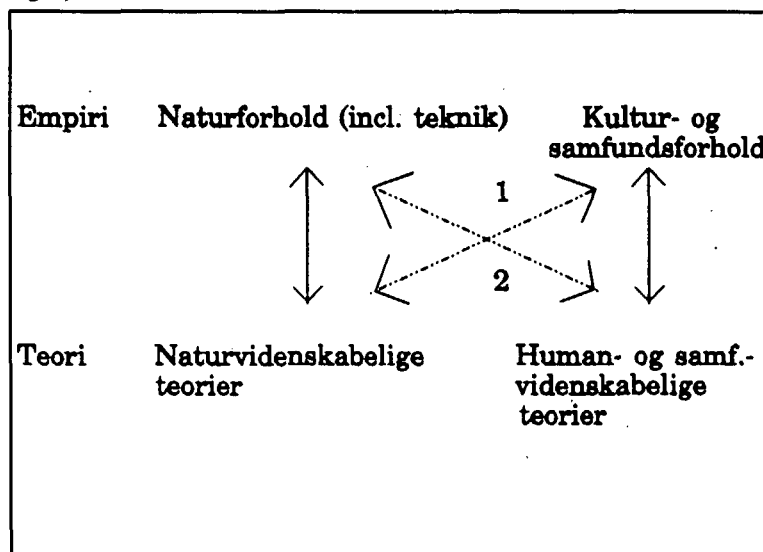
⁵⁰ Kuhn, 1970; s. 47.

⁵¹ Højgaard Jensen, 1984; s. 36.

At videnskaberne strukturer er forskellige, og at de derfor skal tillæres på forskellig måde, er således Højgaards første indvending mod Illeris' program. Billedligt beskriver Højgaard forskellen, som forskellen mellem at kløve brænde og at køre på cykel. Hvis man stiller sig ved siden af en der står og kløver brænde kan man ret let lære at gøre ham (eller hende) kunsten efter. Ens indledende forsøg bliver nok ikke særlig vellykkede - brændeknuderne bliver uens og indsatsen urimelig stor i forhold til resultatet, men man får i det mindste kløvet noget brænde. I modsætning hertil, kan man ikke lære at køre på cykel ved at kigge på. For at kunne køre er det nødvendigt at lære at holde balancen. Analogt kan man ret hurtigt opnå samfundsmæssig indsigt nok til at, i det mindste, kunne give replik på en samfundsmæssig problemstilling (jvf. brændekløvning). For at kunne give replik på en naturvidenskabelig problemstilling er det nødvendigt at tilegne sig en grundlæggende forståelse (eksempelvis en matematisk grundforståelse).

Den anden væsentlige kritik af Illeris' program omhandler videnskaberne genstandsfelt. Her adskiller naturvidenskaberne sig også fra human og samfundsvidenskaberne. Højgaard skriver:

...Kultur og samfundsforhold udgør empiri for human- og samfundsvidenskabelige teorier (empiri om naturforhold (incl. teknik) kan også inddrages). Naturforhold (incl. teknik) udgør empiri for naturvidenskabelige teorier (kultur- og samfundsforhold kan også inddrages). Altså:



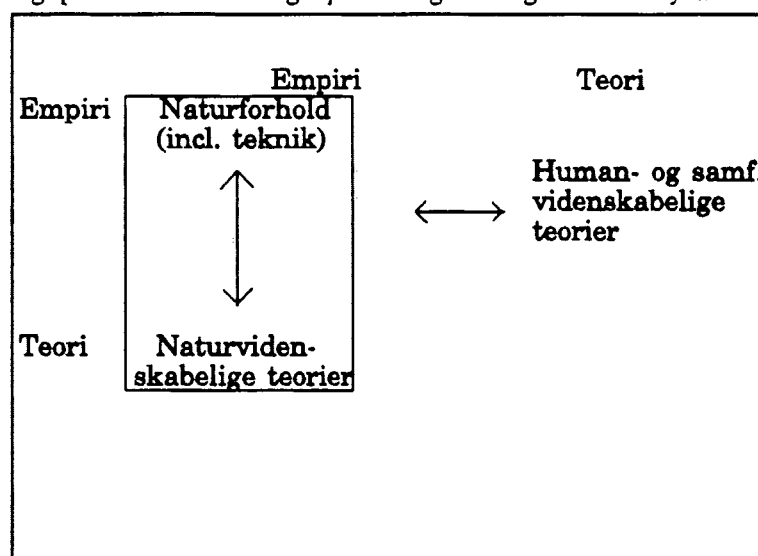
Det er egentlig ligetil, at erfaringspædagogik [her henviser Højgaard til Illeris'

Projektarbejds pædagogik.

program] i forbindelse med naturvidenskabsfagene må blive 'naturorienteret' nærmere end 'samfundsorienteret'⁵²

Problemet med "naturorienteret erfaringspædagogik" indtræffer imidlertid i det øjeblik, den bliver videnskabeliggjort. Det er sådan set ikke naturens fejl men snarere matematikkens. De grundlæggende matematiske forudsætninger er nødvendige, hvis en fyldestgørende videnskabelig forståelse skal nås.

... et egentligt brud med isolationen opnås først når naturvidenskaberne betragtes som et empirisk kultur- og samfundsforhold, der kræver human- og samfundsteoretisk bearbejdning. [Problemformuleringen] Har Angola brug for termodynamik? Altså:



Spørgsmålet "Har Angola brug for termodynamik?" kan godt bearbejdes i en tværfaglig, problemorienteret, projektorganiseret, samfundsrelevant undervisning på en dybtgående måde, der både indebærer indsigt i termodynamikkens indhold (lang kundskabslinje), dens samfundsfunction og Angola. Men projektet kan dårligt gennemføres deltagerstyret på grund af problemets meget forforståede karakter.⁵³

Sidstnævnte pointe - problemets forforståede karakter - viser at, sammenhængen mellem problemer og deres løsning ikke er entydigt. Nogle gange, og måske særligt med naturvidenskabelige problemstillinger, er det nødvendigt at kende i hvert fald dele af svaret, før man overhovedet kan stille det rigtige spørgsmål.

⁵² Højgaard Jensen, 1984; s. 36-37.

⁵³ Højgaard Jensen, 1984; s. 37.

Tværfaglighed.

Det tredje kritikpunkt Højgaard har af Illeris' program er, at Illeris beskrivelse af begrebet tværfaglighed er for unuanceret. Højgaard skelner mellem tre forskellige forståelser af begrebet. Nedenstående opdeling er taget direkte fra artiklen "Hvorfor tværfaglighed?"⁵⁴.

1) **TVÆRFAGLIGHED = FAGINTEGRATION PÅ GRÆNSEOMRÅDET MELLEML TO FAG.**

F.eks.: Matematisk økonomi mellem matematik og økonomi; biokemi mellem biologi og kemi; geofysik mellem geologi og fysik.

D.v.s.: **TVÆRFAGLIGHED = SPECIALISERING**

Tværfagligheden efterspørges for at understøtte etableringen af nye specialiserede fag med fokusering mellem eksisterende og veletablerede fag.

2) **TVÆRFAGLIGHED = FAGINTEGRATION BESTEMT AF ET PRAKTISK PROBLEM- OG FUNKTIONSFELT.**

F.eks.: Erhvervsøkonomi, der integrerer økonomi, sociologi, jura o.s.v.; lægevidenskab, der integrerer kemi, fysiologi, psykologi o.s.v.; ingeniørviden- skab, der integrerer matematik, fysik, geologi o.s.v.

D.v.s.: **TVÆRFAGLIGHED = INTEGRATION AF GRUNDFAGSELE- MENTER TIL ET ANVENDT FAG.**

Tværfagligheden efterspørges for at fremme anvendeligheden af grundfag i sammenhæng med praktisk problemløsning.

3) **TVÆRFAGLIGHED = SPRÆNGNING AF FAGLIGE SPÆNDETRØJER.**

Oprør mod fagspecialisering uanset om fagene er anvendte eller grund- faglige.

Illeris mener, at problemorienteringen alene medfører tværfagligheden. Det skyldes, at man:

med problemorienteringen støder [...] mod den traditionelle fagopdeling af undervis- ningen, for problemer respekterer ingen faggrænser, men påkalder sig tværtimod meget ofte belysning fra forskellige synsvinkler og dermed som regel også fra forskellige fagområders emnekredse. Dermed fører problemorienteringen hurtigt ind i en reel tværfaglighed, der vil medføre et pres for også formelt at få faggrænserne

⁵⁴ Højgaard Jensen, 1990; s. 100 (engelsk udgave). Oversættelsen til dansk er Høj- gaards egen.

nedbrudt, fordi der ellers til stadighed vil opstå modsætninger og begrænsninger i forholdet mellem de faktiske aktiviteter og de formelle rammer.⁵⁵

Problemet er bare, mener Højgaard, at man ikke sådan uden videre kan nedbryde fagrænserne mellem eksakte og andre fag (cykling og brændekløvning). Hvis man alligevel forsøger, vil det, af de årsager vi har været inde på tidligere, gå urimeligt hårdt ud over de eksakte fag. Grundlæggende ligger forskellen i holdninger i Højgaards accept af naturvidenskabelige discipliner, som noget der skal læres ved en systematisk tilgang. Med dette accepterer han også en faglig specialisering, fordi uddannelsen ikke længere behøver knytte sig direkte til de studerendes interessesfære. Det er en ikke uvæsentlig pointe, at Højgaard med accepten af "udefra defineret" faglig specialisering sætter tværfagligheden gennem problemorienteringen over styr. Med dette opstår behovet for tværfaglighed i betydning tre (oprør mod fagspecialisering).

Didaktisk mål for den naturvidenskabelige basisuddannelse på RUC.

Der er to hovedårsager til, at det er relevant at uddanne mennesker der ved noget om naturvidenskab (i særdeleshed fysik). Højgaard beskriver selv formålet med, at folk lærer fysik således:

1. formål: Fysik tjener som eksempel på at det er muligt for den enkelte at tage stilling til sandt kontra falsk og at virkeligheden styres af erkendbare lovmæssigheder, der gør en beherskelse af forholdet til virkeligheden mulig i modsætning til en direkte underkastelse.

2. formål: Indsigt i fysik forbedrer mulighederne for at danne sig overblik over tendenser og problemer i den i stigende grad videnskabeliggjorte teknologi- og samfundsudvikling.⁵⁶

Som beskrevet mener Højgaard ikke, at det er muligt at opnå en forståelse af fysik uden en systematisk tilgang til stoffet. Groft sagt fordi det ikke er muligt for de studerende at formulere spørgsmål, der er eksemplariske i forhold til naturvidenskabelig teori, fordi den stringente struktur i (de fleste) naturvidenskabelige discipliner ikke lægger op til konfronterende undervisning. I en konkret uddannelse vil kursussen altså udgøre en væsentlig del. Kursusundervisningen skal sikre at det

⁵⁵ Illeris et al, 1985; s. 45-46.

⁵⁶ Højgaard Jensen, 1978; s. 26.

bliver muligt for den studerende at leve op til de to beskrevne formål, men kursusundervisning sikrer ikke, at de to formål bliver opfyldt. Derfor kan kursussiden ikke stå alene. Projektarbejdet skal således medvirke til at sikre opfyldelse af de to formål. Desuden skal projektarbejdet indgå i uddannelsen som "perspektiv-udvidelse af fagstudiet"⁵⁷. Det skyldes, at:

grunderfaringer i de matematisk prægede fag er tunge at etablere. Så tunge, at de fleste bliver enten mast eller fagidioter undervejs i den eksisterende fagtradition inden for de eksakte fag.⁵⁸

Projektarbejdet kommer i denne forstand ind i billedet som et middel til at undgå fagidioti (tværfaglighed i 3. betydning). Højgaard er ikke enig med Illeris i, at (nat)faggrænserne hverken kan eller skal nedbrydes men enig med ham i at specialisering i et fag, medvirker til at gøre det enkelte menneske "splittet og afmægtigt"⁵⁹. Han mener, at målet med uddannelsen er at give folk en faglighed men uden at kunne forholde sig til fagets plads, i undervisning, forskning og anvendelse, er fag ikke et gode set fra et dannelseperspektiv. Projektarbejdet skal således være eksemplarisk i forhold til "fagperspektivering". Det vil sige, at projektarbejdet skal sikre tværfaglighed i forstanden "oprør mod fagspecialisering." Da tværfagligheden ikke er sikret gennem problemorienteringen (fordi de valgte problemer ikke nødvendigvis behøver at være tæt knyttet til de studerendes samfundsmæssige virkelighed), bliver tværfagligheden for Højgaard et mål i sig selv. Denne skal gerne nås gennem bindinger på projektarbejdet og skal supplere den tilpassede fagindlæring, der tilbydes på kurserne, så man kan forstå fagområdet funktion i undervisning, forskning og anvendelse. Det er vigtigt for at undgå en specialisering med fagidioti til følge. Tværfagligheden kommer således til at handle om forskellige videnskabelige (incl. fysik) vinkler på et problem i relation til faget. Groft sagt skal kursussiden sikre den faglige indlæring, og projektarbejdet skal lære folk hvorfor de har lært kursusstoffet. Det passer ikke helt, mener Højgaard, fordi fagperspektiverende projekter har også en selvstændig værdi - de giver viden, indsigt og erkendelser der har en

⁵⁷ Beyer, 1978; s. 32.

⁵⁸ Højgaard Jensen, 1984; s. 74.

⁵⁹ Illeris, 1985; s. 37.

selvstændig værdi der ofte går videre end det man arbejder med på kurserne. Eksempelvis hvad fysikforskning, fysiske forklaringer og teorier er, og hvordan de udvikler sig.

Midler hvormed målet med projektarbejdet søges nået.

Højgaard har gennem sit virke på RUC i høj grad haft indflydelse på udformningen af NATBASIS, og det er væsentligt at påpege at hans ideologi i høj grad er opnået i samspil med de konkrete erfaringer han har haft på basis og overbygning. NATBASIS er tænkt som en bred indføring i naturvidenskab, der senere skal suppleres med et overbygningsvalg. Dette er væsentligst gjort ud fra to overvejelser:

- 1) Den studerende får mulighed for at lære om en bred vifte af naturvidenskabelige fag, og kan således lære om "overbygningsfagets" placering i forhold til andre naturfag.
- 2) Den studerende får lov at udskyde sit fagvalg, fordi man ved studiestart ikke har haft mulighed for at finde ud af, hvad de forskellige fag drejer sig om.

De væsentligste regler for kurser og projekter er:

Der udarbejdes 4 projekter, et i hvert semester. De tre første semestre er beskrevet ved en særlig tematisering - de såkaldte semesterbindinger.

Disse er løst formulerede overskrifter, der beskriver, hvad projektarbejdet i det pågældende semester skal være eksemplarisk i forhold til. Det fjerde projekt er ikke tematiseret, det er "eksamensprojektet". I mindst et af de studerendes fire projekter skal der indgå eksperimentelt arbejde.⁶⁰

Der vælges kurser svarende til ca. halvdelen af studietiden og efter særlige regler. Hver studerende vælger to kurser af en mindre pulje matematik- eller matematikbaserede kurser, heraf mindst et matematik- eller statistikkursus. Den mindre pulje kurser benævnes "pulje M". Grunden til at det er nødvendigt at oprette en sådan M-pulje er, at ikke alle de udbudte kurser lægger op til en tilpasset tilegnelse af stof. Disse kurser er for eksempel Teknologi og Samfund, videnskabsteori, formidling - områder Højgaard mener, bør behandles igennem projektarbejdet. Hver

⁶⁰ Natbas håndbog, 1993; s. 4

studerende vælger ialt syv kurser. På NATBASIS udbydes altså kurser (i matematik, statistik, kemi og fysik) der lægger op til en tilpasset indlæring (pulje M). Dette falder i hak med Højgaards ideologi. Kurser og projektarbejde er vægtet ligeligt, og der er til forskel fra de andre basisuddannelser en klar adskillelse mellem kurserne og projekterne. De studerende skal i løbet af basisuddannelsen bestå mindst otte kurser, hvoraf kun et er tænkt som understøttende for projektarbejdet (såkaldt Semester Introducerende Kursus). Dette kursus er tredelt og har til formål at belyse/beskrive den semesterbinding der er knyttet til projektarbejdet i det pågældende semester. Vi vil nu kigge nærmere på de semesterbindinger, der skal sikre den "fagperspektiverende tværfaglighed".

Semesterbindingerne.

Funktionen af semesterbindingerne er, fortrinsvist at perspektivere faget (eller på NATBASIS naturvidenskaberne). Dette er for at sikre, at de studerende får en bredere forståelse af de(t) fag, de specialiserer sig i - en fagperspektiverende tværfaglighed. De skal således vise naturfagene i anvendelse (1. semester), naturvidenskabernes interne struktur (2. semester) eller behandle meta- eller didaktik-perspektiver vedrørende naturvidenskab (3. semester). I det faktiske forløb på NATBASIS er der tænkt en progression i semesterbindingerne, efterhånden som de studerende får en bedre forståelse af naturvidenskaberne og dermed opdager nye problemfelter. Vi vil nu gennemgå de tre semesterbindinger og knytte kommentarer til disse.

1. SEMESTER

Naturvidenskaberne i samfundet:

Projektarbejdet skal belyse anvendelsen af naturvidenskab i samspil mellem natur, teknik og samfund, og reguleringen af dette samspil og dets komponenter.⁶¹

Ideen med semesterbindingen er, at de studerende får en forståelse af den rolle, naturvidenskaberne spiller i samfundet. Naturvidenskaberne er ikke afskåret fra det omgivende samfund, og samspillet mellem naturvidenskab, teknologi og samfund er ikke entydigt. Semesterbindingen skal vise, at naturvidenskaberne både kan spille en "helte- og skurkerolle" i

⁶¹ Natbas håndbog, 1993; s. 32.

samfundet, og at det ikke er nemt at holde de to ting ud fra hinanden. Populært (men ofte) sagt, lægger første-semesterbindingen op til, at de studerende skal se naturvidenskaberne gennem ingeniørens øjne, og forhåbentlig lære om nogle af de samfundsmæssige og politiske konsekvenser samspillet mellem naturvidenskab og teknik har.

Grunden til at denne semesterbinding er knyttet til det første semester er, at den beskæftiger sig med et problemfelt, der er umiddelbart tilgængeligt for de studerende. De studerende har forskellig faglig baggrund, men de problemer der angribes, kan ofte findes i medierne. Uden faglig baggrund, eller i hvert fald ikke andet end det folk har med i rygsækken fra gymnasiet, er det svært at forstå relevansen af problemer af mere fagspecifik karakter. Semesterbindingen lægger derfor op til, at de valgte problemer har med den samfundsmæssige virkelighed folk bevæger sig i, at gøre.

2. SEMESTER.

Modeller, teorier og eksperimenter:

Projektarbejdet skal belyse brugen af teorier og modeller, især matematiske, i naturvidenskaberne. Vekselvirkningen mellem modeller, eksperimenter og naturvidenskabelige teorier samt disses struktur skal belyses.⁶²

De studerende skal i dette semester have fingrene i noget konkret naturvidenskab, for at få indblik i hvilke strukturer og processer der indgår i den hidtil lidt "mystiske" størrelse: naturvidenskab. De studerende skal ved at beskæftige sig med et problem i naturvidenskaben opnå en forståelse af det komplekse samspil mellem teori, model og eksperiment. Som oftest vil der i dette semester indgå eksperimentelt arbejde. De tre nøgleord: Model, teori og eksperiment, er selvfølgelig ikke nok til at forklare hvordan naturvidenskabernes indre struktur er, men er ord, der på den ene eller den anden facon indfanger noget centralt ved alle naturvidenskaberne på tværs af faggrænserne. Det er altså meningen, at de studerende i dette semester skal prøve at kigge gennem "forskerens" øjne. De studerende skal opstille problemstillinger i naturvidenskabelig tradition og reflektere over de internt videnskabelige strukturer der knytter sig til sådanne problemer.

⁶² Natbas håndbog, 1993; s. 34.

Progressionen i forhold til første semester:

Hvor tanken i første semester var, at man skulle finde naturvidenskaber-nes anvendelser i samfundet, er det i andet semester tanken, at man skal søge "ind bag anvendelsen" og finde ud af hvordan naturvidenskabelig viden opnås, og hvilken status denne viden har. Efter (endelig) at have fundet naturvidenskaberne i samfundet i første semester, forekommer det ganske naturligt at faktisk kigge på naturvidenskaberne i andet semester. Desuden har de studerende i første semester (forhåbentlig) fået basis for at kunne stille relevante spørgsmål i forhold til naturvidenskaben.

3. SEMESTER:

Formidling af naturvidenskaberne og deres anvendelse.

Projektarbejdet skal belyse mindst ét af de følgende punkter:

- Betydningen af at formidle problemstillinger, hvori naturvidenskab spiller en væsentlig rolle;
- Problemer i forbindelse med formidling af naturvidenskab;
- Naturvidenskabernes erkendelsesteoretiske og bevidsthedsdannende status og aspekter.⁶³

Den tredje semesterbinding adskiller sig, som det ses, fra de to øvrige ved at være tredelt. Det er måske nok den semesterbinding, der er sværest at forstå, også fordi formuleringen ikke er faldet så heldigt ud som de to foregående. Der er ingen der siger, at det skal være let, men for os at se er formuleringerne temmelig knudrede. De to første punkter omhandler i en eller anden forstand formidling af naturvidenskab. Det kan for eksempel være:

- Analyse af et givent uddannelsesforløbs betydning - hvorfor er det vigtigt at målgruppen lærer det tilsigtede (1. pind)?
- Hvem har brug for at vide hvilket om hvad, og hvorfor? (1. pind)
- En analyse af formidlet naturvidenskab (2. pind)
- Tilrettelæggelse af et undervisningsforløb og evaluering af dette (2.

⁶³ Natbas håndbog, 1993; s. 38-39.

pind)

- Udarbejdelse af formidlingsprogram med dertil hørende forarbejde såsom større målgruppeundersøgelser (2. pind)

Den tredje pind adskiller sig noget fra de to øverste, idet det ikke er formidling, der er temaet, men naturvidenskabernes erkendelsesteoretiske og bevidsthedsdannende status og aspekter. Denne pind lægger således op til for eksempel:

- Historisk analyse af en naturvidenskabelig teoris fremkomst og/eller accept.

- Undersøgelse af en naturvidenskabs ontologiske grundlag, med udgangspunkt i konkret eksempel.

Progressionen i forhold til første og andet semester: I første semester kiggede man på naturvidenskab udefra, i andet semester på naturvidenskab indefra. De studerende er (forhåbentlig) nu i stand til både at kunne sige noget om anvendelse af naturvidenskab i samfundet og naturvidenskabernes interne struktur. Det stiller de studerende i den situation, at de nu kan lære om forholdet mellem den interne struktur og samfundet. Her kommer formidlingen og/eller de erkendelsesteoretiske aspekter ind i billedet.

4. SEMESTER.

Ingen semesterbinding.

Grunden til at der ingen semesterbinding er på 4. semester, er at overbygningsvalget nu er nært forestående. I dette semester får man således muligheden for at lave et projekt der sigter mere direkte mod ens overbygningsvalg. Hvad dette projekt skal være eksemplarisk i forhold til, står således den studerende frit for.

Projektrapport eksempler.

Efter at have gennemgået Højgaards overordnede didaktiske mål med

projektarbejdet, samt have givet et indtryk af hvordan disse søges sikret gennem semesterbindingerne vil det være på sin plads at kigge på nogle konkrete eksempler fra NATBASIS for at illustrere hvordan semesterbindingerne kan forstås. Vi har valgt at beskrive tre projekter fra tre forskellige semestre, således at vi kan få alle semesterbindingerne, dækket ind. Det har været lidt problematisk at få rapportene til at indgå som en flydende del af rapporten. Ikke desto mindre har vi fundet det relevant at give et indtryk af konkrete eksempler på rapporter, da det kan være temmelig svært at forstå semesterbindingerne. Ved hver rapport indleder vi med et kort resumé, som nok ikke er fyldestgørende, men som i det midste kan give indtryk af problemets art og løsning. Derefter prøver vi at illustrere den pågældende semesterbinding, ud fra rapporten. Rapporterne har vi fået i hænde af Jens Højgaard, og han har selv været vejleder for dem. Da rapporterne ikke er opgjort efter forfatterne på RUC-biblioteket, har vi valgt at undlade disses navne. Rapporternes titler er:

1. Semester: "Sikker Fusion - miljøskader kan ikke helbredes, kun undgås!", 1992.
2. Semester: "Fra Newton til Land - en rapport om farver og farveopfattelse", 1993.
3. Semester: "Matematiske Modeller og videnskabsteoretiske problemer ved modeldannelse", 1979. Denne rapport er egentlig en 4. semesters rapport, men passer ind under tredje semesterbindingen.

Eksempel 1: Sikker fusion?

Rapportens problemformulering lyder: Hvordan vil en fusionsreaktor, ved daglig drift, påvirke miljøet.

Kort resumé: Rapportens mål er, som problemformuleringen antyder at vurdere eventuelle miljøkonsekvenser i forbindelse med fremtidige fusionskraftværker. Indledningsvist præsenteres fire forskningsprojekter med tilhørende eksisterende eller planlagte reaktorer. Med udgangspunkt i de allerede eksisterende reaktorer og planlagte fremtidige ditto, søges

miljøpåvirkningerne med hensyn til magnetfelter, radioaktivitet og varmeforurening, vurderet. Det konkluderes at der med hensyn til magnetfelter måske vil være påvirkninger af det lokale miljø. Varmeforureningen vil være i samme størrelsesorden som et fissionsanlæg med samme elproduktion, og vil højst give lokale konsekvenser (eksempelvis ændring af flora og fauna). Med hensyn til radioaktiviteten konkluderes det, at der vil opstå et opbevaringsproblem efterhånden som kappen nedbrydes. Desuden vil et udslip af den radioaktive isotop tritium, dels give problemer i lokalmiljøet, og dels få globale konsekvenser ved større udslip. Desuden konkluderes det, at "påvirkninger af miljøet" ikke kan undgås men at det er et samfundsmæssigt anliggende at vurdere hvad der er "rent nok".

Rapporten i forhold til 1. semesterbindingen.

Vi vil i det følgende prøve at illustrere hvordan vi kan forstå semesterbindingen ud fra rapporten. Semesterbindingen lyder:

Projektarbejdet skal belyse anvendelsen af naturvidenskab i samspil mellem natur, teknik og samfund, og reguleringen af dette samspil og dets komponenter.⁶⁴

Kigger vi på problemformuleringen, ser vi at den illustrerer semesterbindingen. Målet er at finde ud af hvordan naturen påvirkes af teknikken der måske i fremtiden bliver en realitet som følge af et behov i samfundet, samt hvordan naturvidenskaben medvirker dels i udviklingen af teknikken, og i vurderingen af miljøkonsekvenserne.

Det er den umiddelbare forståelse, men undervejs i rapporten opdages nuancer i disse forhold. Der skrives eksempelvis:

Vores viden omkring fusionskraft og andre energikilder er blevet mere nuanceret i løbet af projektperioden. Dette har bl.a. betydet, at vores hypotese om, at fusion ikke er en ren energikilde, kan ses fra to vinkler; en samfundsmæssig og en naturvidenskabelig. Fra den samfundsmæssige synsvinkel er ordet 'ren energikilde' af os defineret som en energikilde uden nævneværdige miljøpåvirkninger. Den naturvidenskabelige synsvinkel kræver derimod en nærmere definition af, hvad der forstås ved ordet 'ren', i en naturvidenskabelig sammenhæng, hvis man vil bruge ordet til at sætte skel imellem hvad man forstår som 'rent' og 'ikke rent'. Derimod kan man operere med ordet 'ren' som 'forholdsord' - altså at noget er renere i forhold til noget andet.⁶⁵

Det opdages altså at selve problemstillingen er absurd uden en definition

⁶⁴ Natbas håndbog, 1993; s. 32.

⁶⁵ "Sikker Fusion?", 1992; s. 45.

af hvad der kendetegner "renhed" - eller miljøkonsekvenser. Denne definition laves ikke ved naturvidenskabelige betragtninger, men beror i høj grad på hvad der er samfundsmæssigt eller politisk acceptabelt. Det er erkendelser af denne type der skal nås i 1. semester. At naturens, teknikens og samfundets forhold til naturvidenskaberne og til hinanden ikke er entydige.

En anden type af sådanne erkendelser handler om forholdet mellem naturvidenskab, natur og teknik. Som nævnt, opridser gruppen 3 forureningskilder: Magnetfelter, varmekontaminering og radioaktiv forurening. Den eventuelle magnetfeltersforurening forklares på denne måde:

De nyligt udgivne hhv. svenske og danske undersøgelser af en eventuel sammenhæng mellem magnetfelter og cancer hos mennesker, har foranlediget os til undersøge magnetfeltet fra tokamaken [reaktoren]. [...] Vi arbejder ud fra den hypotese, at magnetfelter kan påvirke miljøet og i værste fald er skadelige for levende organismer. Vi vil ikke forsøge at bekræfte denne hypotese [...] Vi vil i dette afsnit arbejde med den magnetiske feltstyrke i forskellige afstande fra JET [en reaktor] og forsøge at af- eller bekræfte, om disse feltstyrker er større end dem, man finder i strømførende kablernes nærhed.⁶⁶

På den ene side accepteres det ikke blankt at magnetfelter fra strømførende ledninger er skadelige, på den anden side holdes muligheden åben. Det viser noget om den status viden om magnetfelters skadelige virkning på organismer har.

Hvor kraftige magnetfelter omkring fremtidige fusionsreaktorer bliver, kommer til at afhænge af udformningen af reaktorerne. Et tilsvarende problem i vurderingen findes for radioaktiviteten - omfanget af radioaktiv forurening vil afhænge af hvordan reaktoren konstrueres. Ved varmekontamineringen har udformningen af reaktoren ingen betydning:

Ved fusionsprocesser frigives energi, som omdannes til varme for derefter at blive transformeret til elektricitet. Den del af den producerede varme, som ikke omdannes til elektricitet, udledes til omgivelserne, [og] vil give anledning til varmekontaminering. Derved er størrelsen af kraftværkets energiproduktion og dets udnyttelsesgrad afgørende for mængden af spildvarme, som skal udledes. Udnyttelsesgraden beskriver her mængden af produceret elektricitet.

Når man kan udtale sig om udnyttelsesgraden for en fusionsreaktor, selvom man idag endnu ikke er i stand til at udvinde energi fra en sådan, skyldes det, at arten af energikilde i denne sammenhæng er ligegyldig. Principperne, i transformationen af varme til elektricitet, afhænger ikke af brændstoffets art, men i første omgang af

⁶⁶ "Sikker Fusion?", 1992; s. 21.

termodynamikkens 2. hovedsætning, hvori det fremgår, at det ikke er muligt at omdanne varmeenergi til mekanisk energi, uden at der fremkommer et varmespild (entropi). Termodynamikkens anden hovedsætning beskriver den maksimale del af varmen, som kan omsættes til mekanisk energi.⁶⁷

Da varmemeforureningen ikke har med reaktoren at gøre bliver det muligt at give et fornuftigt bud på, omfanget af denne ved at sammenligne med eksempelvis fissionskraftværker med tilsvarende produktion af elektricitet.

Ovenstående viser, at der er forskel på anvendelsesgraden af naturvidenskabelige teorier. Om nogle ting har naturvidenskaben meget at sige, om andre knap så meget. Magnetfelterne kan kun vurderes ved en allerede eksisterende reaktor. Radioaktiviteten er teoretisk velbegrunderet, men omfanget kan ikke vurderes uden nærmere detaljer om kraftværkets opbygning. Varmeforureningen kan derimod udregnes ved blot at kende termodynamikkens anden hovedsætning. Det er altså ikke altid at naturvidenskaberne kan give svar, og hvor præcist svarene kan gives afhænger dels af de praktiske omstændigheder og dels af hvilken naturvidenskabelig teori der bruges.

At der i rapporten er gjort overvejelser i retning af ovenstående er centralt og eksemplarisk i forhold til 1. semesterbindingen.

Eksempel 2: Fra Newton til Land.

Problemformulering.

Mod al sædvane har gruppen valgt ikke at have en problemformulering i den endelige rapport, de kunne dog, efter vores mening, ret nemt have lavet en. De skriver i starten:

Vi kunne have lavet en problemformulering der lød: "Hvordan opfatter vi mennesker farver?", da det er projektets overordnede spørgsmål.⁶⁸

Formuleringen er dækkende, hvis der tages højde for tvetydigheden i ordet "opfatter".

⁶⁷ "Sikker fusion?", 1992; s. 41.

⁶⁸ "Fra Newton til Land", 1993; Fra forordet.

Resumé.

Der lægges ud med et generelt kapitel om status af forskellige typer teorier og modeller. Denne diskussion følger de op flere gange senere, med de konkrete modeller og teorier de behandler. Herefter skriver de om farver på to niveauer: Hvad farver er rent fysisk og hvordan mennesket opfatter farver, med hovedvægten lagt på det sidste.

På det fysiske niveau beskriver de kort, hvorledes lys kan deles op i forskellige farver efter bølgelængde.

Hoveddelen af rapporten handler om forskellige teorier for, hvordan mennesket opfatter farver. Der ses på begrebet grundfarver, og hvordan det hænger sammen med menneskets måde at opfatte farver på: Herunder bla. den fysiologiske opbygning af øjet og andre dele af hovedet, der har med synet af gøre.

Der er knyttet fire små forsøg til rapporten:

1. De foretager et forsøg til at belyse et farvesystem (CIE), de tidligere har gennemgået.
2. En gengivelse af et forsøg Maxwell foretog i 1860, omhandlende muligheden af at man kan nøjes med tre grundfarver. Forsøget skal afprøve en teori de kalder "opponentteorien", for hvordan mennesker registrerer farver.
3. En forsøgsrække til afprøvning af to farveteoriers gyldighedsområde.
4. En rekonstruktion af et forsøg udført af Land i 1959.

Rapporten i forhold til 2. semesterbindingen.

2. semesterbindingen lyder:

Projektarbejdet skal belyse brugen af teorier og modeller, især matematiske, i naturvidenskaberne. Vekselvirkningen mellem modeller, eksperimenter og naturvidenskabelig teorier samt disses struktur skal belyses.⁶⁹

Som nævnt, har gruppen lavet et generelt kapitel om status af forskellige typer teorier og modeller. I dette kapitel giver de "en kort introduktion til, hvad modeller er, hvad de kan bruges til, og hvordan de opstår."⁷⁰

Det skal dog siges, at der bør sættes streg under kort. Der er tale om en

⁶⁹ Natbas håndbog, 1993; s. 29.

⁷⁰ "Fra Newton til Land", 1993; s. 1.

ikke særlig dybdegående introduktion. Materialet de har brugt til dette kapitel, er materiale der uddeles i starten af semesteret, til at belyse hvordan semesterbindingen skal forstås. Dette kapitel kan i sig selv heller ikke dække semesterbindingens krav. Det skal også bemærkes, at det langt fra er nødvendigt at tolke semesterbindingen så mekanisk: Man behøver ikke direkte at skrive et særskilt kapitel om dette, som de har valgt at gøre. Men sammen med resten af rapporten, opfylder dette kapitel udmærket semesterbindingens krav. De behandler brugen af forskellige teorier og modeller gennem det meste af projektet. Et eksempel på dette er i forbindelse med forklaringen af CIE farvesystemet. CIE farve systemet er kort sagt et klassificeringssystem for farver: Det forklares, at hvis man har en bestemt sammensætning af de tre grundfarver (f.eks. blå, grøn, rød), kan man ud fra systemet bestemme farven. Det kan således fungere som et fælles reference system: Hvis man opgiver blandingsforholdet mellem de tre grundfarver, ved andre præcist hvilken farve man taler om.⁷¹

De forklarer hvorfor systemet ser ud som det gør, og udfører et lille eksperiment. I eksperimentet måler de på sammensætningen af grundfarver i seks forskellige farver, for at se hvordan det passer ind i systemet. I dette kapitel får de således belyst noget om hvordan teorier og modeller spiller sammen: farvesystemet (model) bygger på en teori for farveopfattelse, der siger, at tre grundfarver er nok til at danne alle andre farver. Endvidere får de også et indblik i hvordan sammenspillet mellem teori, model og eksperiment kan foregå, dette gør de iøvrigt også andre steder i rapporten.

Som nævnt, samler de flere steder op på kapitlet, de har i starten, om status af forskellige typer teorier og modeller. For eksempel i forbindelse med øjets anatomi:

Ud fra undersøgelser har det været muligt at klarlægge opbygningen af øjet, og øjets anatomi kan således betragtes som en verificerbar biologisk teori. Det skal fastslåes, at begrebet teori i biologisk henseende er væsentlig forskellig fra det fysiske teoribegreb. [...] Det, der i biologiens verden betragtes som en teori, vil i en fysisk sammenhæng anses for at være en hypotese.⁷²

⁷¹ "Fra Newton til Land", 1993; s. 31-32.

⁷² "Fra Newton til Land", 1993; s. 48-49.

Der demonstreres her, at der er opnået forståelse for teoriers forskellige status i forskellige naturvidenskaber. Ligeledes demonstrerer de andetsteds at de har set på hvordan teorier opbygges:

Ud fra eksperimenter er der således blevet arbejdet med farvekonstans med det formål at opstille nogle empiriske hypoteser, der kan benyttes ved udvikling af en farveteori.⁷³

Det er ikke nødvendigt at skrive tingene så eksplicit, som der gøres her for at opfylde semesterbindingen, men det tjener os godt som eksempel. Selvom de selvfølgelig ikke når bare tilnærmelsesvis omkring alt, hvad der kan siges i forbindelse med semesterbindingen, er denne rapport et udmærket eksempel på, hvordan bindingens krav kan opfyldes. Væsentligst kan man sige, at gruppen har fået en oplevelse af at arbejde med en "intern" naturvidenskabelig problemstilling og fået indsigt i metode i forskellige naturvidenskabelige discipliner.

Rapporten er et desuden et godt eksempel på tværfaglighed i den forstand Højgaard ser som et mål (oprør mod faglige spændetrøjer), men faktisk også tværfaglighed i den forstand Illeris taler om (tværfaglighed gennem problemorientering). Den beskæftiger sig således både med øjets anatomi (fysiologi) og lys og farvers opdeling i forskellige bølgelængder (fysik). På denne måde har deltagerne fået indsigt i forskellige naturvidenskabelige teoriers forskellige status (se ovenfor).

Eksempel 3: Matematiske modeller og videnskabsteoretiske problemer ved modeldannelse.

Om rapportens problemformulering og formål lyder det:

Projektets formål er, at klarlægge hvad matematiske modeller er - både abstrakt og konkret. Ved at gennemgå og sammenligne [...] tre modeller [...] ønsker vi at verificere en hypotese om, at nogle matematiske modeller søger legitimation v.h.a. "lighed" med andre på et falsk grundlag.⁷⁴

Resumé.

Indledningsvist opridses motivationen for at skrive et projekt om matema-

⁷³ "Fra Newton til Land", 1993; s. 72.

⁷⁴ "Matematiske modeller og videnskabsteoretiske problemer ved modeldannelse", 1979; s. 17.

tiske modeller. Dette begrundes i to ofte gengivede videnskabssyn:

A mener, at videnskaben ikke er neutral og benyttes til at manipulere og udbytte arbejderklassen samt til at styrke kapitalen.

B mener at videnskaben er rigtig (om ikke sand) og neutral i forhold til sine samfundsmæssige omgivelser.⁷⁵

Gruppen mener, at sandheden om videnskaben vel ligger midt imellem, og finder det derfor relevant at kunne finde en metode til vurdering af (matematiske) modeller, så man i hvert enkelt tilfælde kan vurdere sandhedsværdien. Indledningsvist opridses Rom Harrés generelle modelbegreb, og herefter præsenteres Uffe Juul Jensens opdeling af matematiske modeller i tre hoved kategorier:

1. Black-box modellen der er

karakteriseret ved, at den ikke beskriver mekanismerne (hos Harré: Processerne), men derimod de ydre træk (hos Harré: start og sluttilstande).⁷⁶

2. Grey-box modellen der

redegør for nogle helt generelle træk ved et system, som er skyld i dets adfærd. Et eksempel på en grey-box model et problematikken omkring kræft. Man ved, at visse stoffer er kræftfremkaldende i visse mængder, men man ved ikke hvilken mekanisme, der gør, at de er kræftfremkaldende.⁷⁷

3. Den teoretisk-mekaniske model der

Specificerer hvilke mekanismer, der ligger bag et systems adfærd. Et eksempel er Newtons himmelmekanik. Denne forklarer hvordan og hvorfor, himmellegemerne bevæger sig på en bestemt måde⁷⁸

De tre forskellige modeltyper eksemplificeres herefter.

Eksemplet på en black-box model

...kaldes 'ørreddam-modellen'. Med denne model vil vi beregne det tidspunkt, hvor en dams samlede biomasse har størst vægt.⁷⁹

Som eksempel på en grey-box model gives en model der

⁷⁵ "Matematiske modeller og ...", 1979; s. 13.

⁷⁶ "Matematiske modeller og ...", 1979; s. 26.

⁷⁷ "Matematiske modeller og ...", 1979; s. 25.

⁷⁸ "Matematiske modeller og ...", 1979; s. 25.

⁷⁹ "Matematiske modeller og ...", 1979; s. 65.

...har til formål at beregne en grundvandssænkning ved vandindvinding.⁸⁰

Teoretisk-mekanisk model eksempel:

...modellen skal bruges til at beregne i hvilken højde over jorden, en TV-satellit skal placeres for at den altid vil stå over det samme sted på jorden.⁸¹

Endelig sammenlignes de tre modeller, og der konkluderes:

- 1) at matematiske modeller bredt set kan sammenblandes til en uadskillelig masse. Særligt let vil dette hænde for ikke-fagfolk. Og dette på trods af 2.
- 2) at matematiske modeller generelt er kvalitetsforskellige - i særdeleshed med hensyn til deres teoretiske grundlag og afprøvningsmuligheder.

Af 1 og 2 konkluderer vi, at kvalitetsforskellige matematiske modeller p.g.a. uigen-
nemskelig lighed indbyrdes vil kunne legitimere hinanden på et falsk grundlag.⁸²

Rapporten i forhold til 3. semesterbindingen.

3. semesterbindingen lyder:

Projektarbejdet skal belyse mindst ét af de følgende punkter:

- Betydningen af at formidle problemstillinger, hvori naturvidenskab spiller en væsentlig rolle;
- Problemer i forbindelse med formidling af naturvidenskab;
- Naturvidenskabernes erkendelsesteoretiske og bevidsthedsdannende status og aspekter.⁸³

Denne rapport er noget speciel, idet den mere eller mindre belyser alle tre pinde i semesterbindingen. Det gør den selvfølgelig ideel til vores formål, da vi således kan slå tre fluer med ét smæk. Det skal dog gentages at det kun er nødvendigt at belyse én af pindene, og at denne rapport måske derfor ikke er karakteristisk for 3. semesters rapporter.

Ad pind 1) Det konkluderes i rapporten at der er kvalitetsforskel på forskellige matematiske modeller. Black-box modeller er kun empirisk baseret, og er således sværere at kvalitetsvurdere end teoretisk-mekaniske modeller der bygger på forståelse af de bagvedliggende mekanismer.

⁸⁰ "Matematiske modeller og ...", 1979; s. 57.

⁸¹ "Matematiske modeller og ...", 1979; s. 52.

⁸² "Matematiske modeller og ...", 1979; s. 89.

⁸³ Natbas håndbog, 1993; s. 38-39.

For de modeller, vi har kaldt teoretiske [teoretisk-mekaniske], gælder der, at deres brugbarhed kan vurderes ved hjælp af den teori, de er udledt af. For de modeller, vi har kaldt fænomenologiske [black-box], kan en sådan vurdering ikke lade sig gøre. De kan alene vurderes ved afprøvning på praktiske situationer af samme slags som dem, de skal anvendes på. Der er derfor grund til at være meget skeptisk overfor noget som verdensmodeller, A-kraftsikkerhedsmodeller o.lign., da de ikke er teoretiske og da en praktisk afprøvning ikke kan lade sig gøre eller for A-kraftsikkerhedsmodellerne vedkommende kun kan lade sig gøre gennem en mængde A-kraftuheld, som ikke er acceptable, og som det er modellens postulerede formål at medvirke til at undgå.⁸⁴

Dette citat viser at gruppen igennem deres arbejde med matematiske modeller erkender betydningen af at formidle problemstillinger hvori naturvidenskab spiller en væsentlig rolle. - At der er forskel på status af forskellige naturvidenskabelige modeller.

Ad pind 2) Godt nok er der kvalitetsforskel på forskellige typer matematiske modeller, men fremtoningen af dem er ens (et eksempel på dette har vi faktisk set tidligere i dette kapitel: Bygeografi og Newtonsk mekanik). På grund af matematiske modellers ensartede fremtoning vil disse "indbyrdes [...] kunne legitimere hinanden på et falsk grundlag." I formidlingen af naturvidenskab er det et problem at der ikke gøres opmærksom på forskellen i kvalitet af modellerne.

Ad pind 3) Alene det faktum at der er forskel på kvaliteten af naturvidenskabelige modeller viser noget om naturvidenskabernes erkendelsesteoretiske status og aspekter. - Påpegningen af at der er forskel black-box, grey-box og teoretisk-mekaniske modeller, og at for eksempel fysik af denne grund adskiller sig i væsen fra eksempelvis biologi.

Afrunding på kapitlet.

I dette kapitel har vi kigget på temmelig mange ting. Indledningsvist har vi set på Jens Højgaard Jensens kritik af Illeris' program for projektarbejde. Denne angik væsentligst, at Illeris ikke (i tilstrækkelig grad) tager højde for at fagligheder er væsensforskellige og at de derfor ikke altid går hånd i hånd med Illeris' forståelse af det eksemplariske princip (at problemerne skal vælges i forhold til de studerendes samfundsmæssige

⁸⁴ "Matematiske modeller og ...", 1979; s. 89.

virkelighed). Specielt har de eksakte fag problemer i denne henseende, mener Højgaard. Det betyder hverken at de eksakte fag skal negligeres, eller at projektarbejdet skal afskaffes:

- Fysik har i sig selv en almindannende og samfundsmæssig funktion.
- Projektarbejdet skal sikre en "perspektiv-udvidelse af fagstudiet".

På NATBASIS er denne "fagperspektivering gennem projektarbejdet" søgt indarbejdet i semesterbindinger der definerer, hvad arbejdet skal være eksemplarisk i forhold til. Der er givet eksempler på rapporter, for at illustrere hvordan disse semesterbindinger kan fortolkes.

Kapitel 5: De frie øvelser.

Vi skal i dette kapitel kigge på baggrunden for, og tankerne bag projektarbejdet, som det foregår på fysikstudiet på Københavns universitet på første år. "De frie øvelser", som projektarbejdet kaldes har ikke på samme måde som NATBASIS et (mere eller mindre) klart formuleret program, der er tilgængeligt i form af skriftlige kilder. Der er, praktisk talt, ikke skrevet noget om øvelserne siden de blev iværksat i begyndelsen af 70'erne. Vores baggrund for overhovedet at kunne udtale os om "De frie øvelser" er derfor begrænset. Af skriftligt materiale har vi kun været i besiddelse af:

- Diverse projektrapporter.
- Arbejdsgruppen for Revision af Fysikstudiets (ARF) rapport fra 1972. Det er denne rapport der dannede grundlag for indførelsen af øvelserne i 1973.
- "Fysik '73" - studieordningen fra 1973, der udstak retningslinjer for hvordan ARF rapportens forslag praktisk skulle arrangeres.
- Katalog over projektforslag.
- 8 siders hæfte med retningslinjer for udførelse af rapporter + evalueringsvejledning.
- Én-sides introduktion til Frie Øvelser og øvelsesvejledning til obligatoriske øvelser.

Med undtagelse af "ARF-rapporten" og "Fysik '73" har vi altså ikke været i besiddelse af "rigtige" skriftlige kilder. Det følgende afsnit bygger således også på mundtlige kilder. Disse er:

- Én-dags session med Sven Holm d. 27/10-93. Sven Holm har siden de frie øvelser startede virket som vejleder og kursustlærer på øvelserne.

- IMFUFA-seminaret "Tyve år med Frie Øvelser", d. 23/9-93 ved, lærer på fysikstudiet på KU, Jens Syrak Larsen⁸⁵.
- Besøg på Niels Bohr instituttet, hvor vi overværede hvordan de indledende øvelser foregik og fik os endnu en kort snak med Sven Holm.
- Diskussioner med Jens Højgaard Jensen der dels har medvirket til udarbejdelsen af ARF-rapporten og som flere gange har virket som censor på de frie øvelser.

Det er dette materiale der danner grundlag for det følgende kapitel. Kapitlet falder i 2 dele:

1. Baggrunden for projektarbejdet. Her vil vi se på de tiltag der i 70'erne førte til indførelse af projektarbejdet, for derigennem at få en bedre forståelse af hvad der foregår idag.
2. Projektarbejdet idag. De sidste tyve år er der sket ændringer i udformningen og formålet med øvelserne. Disse ændringer vil vi beskrive (så godt vi nu kan). Det nuværende formål med øvelserne beskrives delvist udfra eksempler.

Baggrunden for projektarbejdet.

Baggrunden for projektarbejdet på KU må siges at være ARF-rapporten der udkom i 1972. Rapporten lægger op til en reform af hele fysikstudiet.

ARF rapporten.

Arbejdsgruppen til Revision af Fysikstudiet blev dannet i 1971. Gruppen var sammensat af studerende og lærere. Baggrunden for deres arbejde var det faktum, at universiteterne havde fjernet sig kraftigt fra resten af samfundet. Dette beskrives i rapporten, som dels i et eksternt (samfundsmæssigt betinget) krav om flere almene kvalifikationer, dels et internt krav om en anden og bredere faglighed.

⁸⁵ Båndoptagelse findes. Jvf. sidst i litteraturlisten.

Målsætning for ARF-gruppen.

Nogen overordnet fælles målsætning var der ikke for arbejdsgruppen. Der skrives om målsætningsdiskussionen gruppen havde:

Denne diskussion førte ikke til nogen overordnet filosofi for revisionen. [...] Diskussionen afklarede derimod, at vi fra starten uanset manglen på overordnede målsætninger var enige om adskillige delmålsætninger. De to vigtigste var, at undervisningen burde

- 1) være mere problemorienteret end nu og
- 2) tage større hensyn til at uddannelsen i lige høj grad skal danne basis for formidling og forskning.⁸⁶

Første delmålsætning, mere problemorienterede undervisningsformer, grundedes i to forhåbninger:

- 1) Dels tror vi, de vil medvirke til at bevare de studerendes evne til at være engagerede og aktive.
- 2) Dels åbner de muligheder for et studium, der i højere grad end det nuværende er en træning til de funktioner, studenterne skal varetage, når de er færdige. Det sidste ud fra den betragtning, at man lærer ting ved at gøre dem. Ved et studium, bestående af at læse bøger om fysik lærer man at læse bøger om fysik. Et studium med det sigte at lære at bruge fysik i forskellige sammenhænge må indebære, at man i studiets løb faktisk bruger fysikken i forskellige sammenhænge.⁸⁷

Den anden delmålsætning, større lighed mellem formidlings- og forsknings aspekter, begrundes med

at man nok i almindelighed vurderer en stærkt specialiseret fordybelse på et snævert felt for højt i forhold til den mindre dybdegående, men tilgængelig brede, fagligt orienterede med blik for fagets perspektiver, som ikke mindst er af betydning i formidler situationen.⁸⁸

Det understreges i rapporten at man i forslaget ikke vil omlægge studiet således, at der bliver uddannet enten forskere eller formidlere, men at man ved at forsøge at lave et sammensat studie vil dække begge slags kvalifikationer.

⁸⁶ ARF-rapporten, 1972; s. 7.

⁸⁷ ARF-rapporten, 1972; s. 7.

⁸⁸ ARF-rapporten, 1972; s. 7.

Det firedelte undervisningstilbud.

De førnævnte målsætninger skulle nås ved forskellige tiltag. Disse blev udformet i 4 punkter, det såkaldte 4-delte undervisningstilbud⁸⁹:

1. Gennemgående lærebogssystem for hele uddannelsen.
2. Oversigtsforelæsninger.
3. Skuffer.
4. Projektarbejde.

Ad 1)⁹⁰ Det gennemgående lærebogssystem skulle hjælpe med til at give et større overblik og undgå forvirring.

Ad 2) Oversigtsforelæsningerne skulle give et helhedsbillede af det område, der er kursets emne. I projekterne og ved skuffe-arbejdet ville de studerende fordybe sig i detaljerede problemstillinger, og oversigtsforelæsninger skulle så hjælpe med at forbinde de detaljerede problemstillinger. Derfor skulle vægten lægges på det kvalitative, de væsentlige fænomener og ideer og deres relationer dels indbyrdes og dels til andre områder og fag.

Ad 3) En skuffe skulle være en vejledning, til fordybelse i et specifikt emne. De skulle virke som udfyldning af faglig viden. For eksempel eksemplificere stof fra oversigtskurserne, eller fungere som baggrundsviden til projekterne. Det var ideen at de studerende selv skulle gå hen og vælge en skuffe at arbejde med, motiveret fra projekterne eller kurserne.

Ad 4) Projekterne skulle være centrale i studiet, idet de skulle "bevare de studerendes evne til at være engagerede og aktive", ved både at give mulighed for at behandle perspektiverende og fagligt fordybende emner.

ARF-gruppen beskriver projektarbejdets formål således:

Vi kan sammenfatte projekternes formål som værende:

1. Projekterne skal levere den træning i metode og evne til selvstændigt arbejde, som vi anser for et af hovedformålene med studiet.
2. Projekterne skal motivere til erhvervelse af overblik over fagets indhold ved hjælp af de andre undervisningstilbud.⁹¹

⁸⁹ ARF-rapporten, 1972; s. 8.

⁹⁰ ARF-rapporten, 1972; s. 19-25.

⁹¹ ARF-rapporten, 1972; s. 22.

Desuden beskrives det som væsentligt at de studerende

opnår erfaringer med at samarbejde i en gruppe. Sådanne erfaringer vil alle have gavn af, uanset hvilken anvendelse, de senere vil gøre af deres uddannelse.⁹²

Det er vigtigt at forstå at de fire dele nok havde selvstændig værdi, men også indgik i en helhed. Om dette skrives:

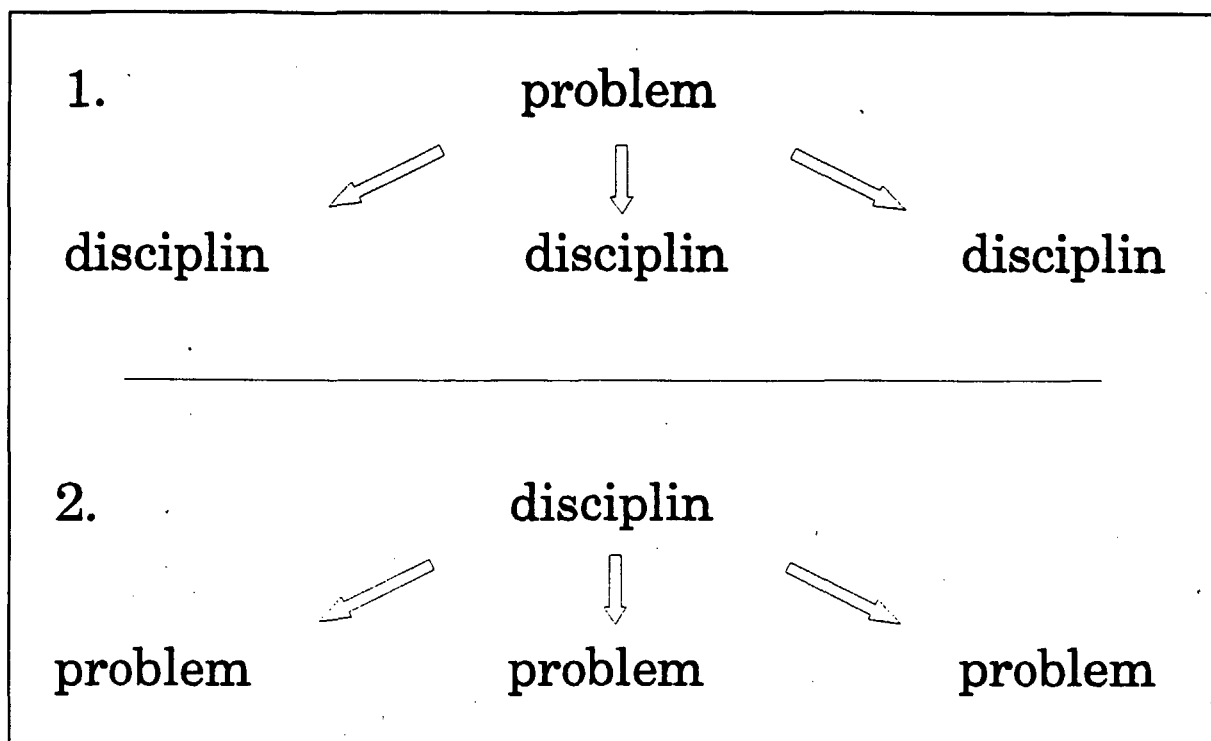
De fire former for undervisningstilbud er fire dele af en helhed, hvor de enkelte dele støtter og supplerer hinanden. Oversigtskurserne danner oplæg til projektarbejdet og etablerer en generel referenceramme for den mere specialiserede og case study prægede beskæftigelse med projekter og skuffer. Samtidig fungerer emnerne for projekter og skuffer som eksempel materiale for oversigtskurserne - et eksempel materiale, der vil være forudsætningen for, at oversigtskursernes stof kan blive konkret og operationelt for de studerende. Foruden at indebære at tilbud om fordybelse i afgrænsede emner til de studerende, der har lyst til det, har skufferne en vigtig støttefunktion i forhold til projekterne: Gennem skufferne skal de studerende nemlig søge konkrete oplysninger til brug ved projektarbejdet og udfylde de nødvendige huller i deres baggrundsviden. Det gennemgående lærebogssystem er det standard referenceværk, hvortil studenterne i stor udstrækning kan henvises i forbindelse med både oversigtskurser, projekter og skuffer. Og selve eksistensen af et sådant konstant element i studiet fungerer som en art modvægt mod den ret høje grad af frihed i studietilrettelæggelsen iøvrigt, som af nogle vil kunne føles som en for stor og ubehagelig udfordring.⁹³

Indholdet i projektarbejdet.

ARF-gruppen mener at der findes 2 måder problemorienteringen kan sættes i spil i forhold til de andre undervisningstilbud. Der kan tages udgangspunkt i en disciplin og arbejde med et problem, som dikteres heraf, eller der kan tages et problem op uafhængigt af disciplinerne, der så inddrager disse ved dets løsning.

⁹²ARF-rapporten, 1972; s. 14.

⁹³ARF-rapporten, 1972; s. 25.



De 2 måder problemer og discipliner forholder sig til hinanden, ad 1. problemet er uafhængigt af den enkelte disciplin, ad 2. problemet findes indenfor en enkelt disciplin.⁹⁴

Problemer opstillet udenfor disciplinerne, skulle især give de studerende en forståelse af sammenhængen mellem disciplinerne, og motivere dem til at fordybe sig i disse.

Der bliver i ARF-rapporten lagt op til at man kan lave begge slags projekter, ligesom der kan veksles mellem teoretisk- og eksperimentelt arbejde.

Fysik 73.

Fysik 73 var den studieordning der blev vedtaget for fysik i juni 1973, og er konkretiseringen af ARF-rapporten. Både oversigtskurser, skuffer, gennemgående lærebogssystem og projektarbejdet har fundet plads i studieordningen. Fysik 73 beskæftiger sig, i modsætning til ARF-rapporten,

⁹⁴Frit efter ARF-rapporten, 1972; s. 13.

stort set kun med den praktiske udformning af uddannelsen. For projektarbejdets vedkommende (der hér for første gang kaldes frie øvelser) opstilles der følgende formål:

De frie øvelser på Fysik 1 har som primært mål at træne de studerende i selvstændigt at anvende elementære fysiske metoder og betragtningsmåder på konkrete selvformulerede problemer. De frie øvelser tjener desuden til at placere eksperimentelt arbejde på en naturlig måde i studiet og at frigøre det fra "køgebogsmetoden" De frie øvelser kan iøvrigt vedrøre både teoretiske og eksperimentelle problemer og gerne kombinationer deraf.⁹⁵

Ellers omtaler Fysik 73 mest retningslinier for rapportudformning og forslag til konkrete projektemner. De frie øvelser var i Fysik 73 skemalagt til 30 timer, og der skulle laves et projekt hvert semester.

Hvad er der tilbage af ARF-rapportens forslag idag.

Den største forskel fra fysik 73 er at skufferne er forsvundet. Dette er sket, fordi de ikke fungerede særligt godt. Det var nemlig et meget stort arbejde at oprette en ny skuffe. Det betød at der ikke var ret mange skuffer, og dermed forsvandt ideen. Der er ikke længere nogen tæt sammenhæng mellem kurserne og de frie øvelser, og hvorvidt kurserne har karakter af "oversigtskurser" er, så vidt vi har forstået, temmelig meget op til den enkelte kursislærer⁹⁶. Der følges heller ikke et gennemgående lærebogssystem. Det eneste levn efter ARF-rapportens 4-delte undervisningstilbud er således de frie øvelser.

Projektarbejdet idag.

De frie øvelser på første år, som er det vi kigger på, består idag af 2 faser. I den første del laves en række obligatoriske øvelser (efterår). Desuden forberedes de studerende hér på hvad der venter dem i anden del. I den anden del af de frie øvelser laver de studerende et projekt med et emne efter eget valg (forår). Disse emner kan stadig være af både "teoretisk og eksperimentel art", der bliver dog i langt overvejende grad lavet eksperimentelle projekter. Projektarbejdet skal munde ud i en rapport. Det er muligt selv at foreslå projekter, men grundet tids- og

⁹⁵Fysik 73; 1973, s. 17.

⁹⁶ Snak med Sven Holm d. 27/10-93.

pengeressourcer, skal forslagene være velforberedte før vejlederen giver sin accept. Ellers kan projektforslag findes i et katalog der er fremlagt i auditoriet. I appendix findes eksempler på projektforslag taget fra dette projektkatalog. Desuden har de studerende adgang til tidligere årganges rapporter, og kan hente inspiration heri. De frie øvelser er skemalagt som 30 timer pr. semester, og der arbejdes i grupper på 4 personer.⁹⁷

Formålet med de frie øvelser idag.

Som det nok kan ses af sidste afsnit er der ændret en hel del ved de frie øvelser siden indførelsen i 1973. Derfor, tænkte vi, havde formålet med øvelserne måske også ændret sig. For at få et bedre indblik i hvad formålet med de frie øvelser er i dag har vi talt med Sven Holm. Sven Holm har fra starten været vejleder på de frie øvelser. Han var så venlig at komme ud på RUC og diskutere de frie øvelser med os, og det er væsentligst dette vi bygger det følgende på. Desuden bygger vi det på diskussioner med Jens Højgaard Jensen, og vores egen læsning af rapporter. Problemet er, som vi antydede i starten af afsnittet, at der så vidt vi ved ikke siden ARF-rapporten er formuleret skriftlige tanker om projektarbejdet på fysik-KU.

Vi husker de formål som ARF-rapporten opgjorde:

1. At lære de studerende at arbejde selvstændigt, og at lære metode (f.eks. om forholdet teori-eksperiment).
2. At motivere de studerende til at danne sig et overblik over faget (suppleret af de andre undervisningstilbud).
3. At lære folk at arbejde i grupper.

Vi vil i det følgende forsøge at opgøre hvorvidt disse formål stadig er gældende.

Ad 1) Det første formål er for så vidt stadig gældende. Arbejdet skal gerne give de studerende en fornemmelse af, at eksperimentelt arbejde ikke bare består i at "eftervise" et eller andet. Det er en større (eksperimentel) opgave, der går ud over det man er blevet præsenteret for i

⁹⁷ IMFUFA-seminar d. 23/9-93 v. Jens Syrak Larsen.

gymnasiet. Det, at arbejde selvstændigt med opstilling og planlægning af et eksperiment er stadig en del af formålet.

Ad 2) Dette er selvfølgelig stadig et mål med øvelserne, men er nok blevet besværliggjort af, at de tre andre dele af det firedelte uddannelses-tilbud er faldet væk. De frie øvelser virker i det mindste motiverende på en anden måde idag end det var meningen det skulle i 1973.

Ad 3) Dette punkt er selvfølgelig stadig relevant. Dog har tingene ændret sig: De studerende der kommer fra gymnasiet idag er i højere grad bekendt med gruppearbejdsformen end dengang og behovet for at de studerende skal lære at arbejde i grupper er derfor ikke så stort.

Ud over disse forhold mener vi at der er generelle faglige færdigheder der søges sikret gennem de frie øvelser. Dette er i særdeleshed databehandling, formelmanipulation (i en eller anden forstand), og planlægning/udførelse af eksperimenter.

Af yderligere formål mener vi, at have fundet to der er så væsentlige, at de er værd at uddybe. Det ene formål er det som Sven Holm har formuleret som "respekt for faget, men respektløshed for traditionerne". Det andet formål er hvad vi vil kalde "at regne den ud", mere herom senere.

Hvad "respekt for faget, men respektløshed for traditionerne" indebærer er ikke helt let af definere. Sven Holm mener at pointen med de frie øvelser er at lære de nye studerende, at fysik ikke er et dødt fag. I de øvelser, der laves i gymnasiet, er svaret altid givet på forhånd, men i selvstændigt eksperimentelt arbejde er dette ikke tilfældet. Her sker der ofte noget man ikke forventer, som der så må tages stilling til. Det Sven Holm mener med respektløshed er, at man skal være kreativ, men ikke med de store armbevægelser - der skal vises respekt for faget. Dette formål har, så vidt vi kan se, en del at gøre med Kuhn's definition af "normalvidenskabelig aktivitet". Normalvidenskabelig aktivitet er

...a puzzle-solving activity governed by the rules of a paradigm.⁹⁸

⁹⁸ Chalmers, 1990; s. 92.

Videnskabsmanden skal ikke sætte spørgsmålstegn ved de grundlæggende ting i paradigmet, men finde nye problemstillinger der kan forklares af paradigmet. Det er denne "puslespils-løsning" der kendetegner normalvidenskabelig forskning. Selvfølgelig skal de studerende på fysik 1 ikke levere et stykke forskning. Men formålet er ikke bare at eftervise et eller andet, men at finde en ny måde at se på kendt stof på. På den måde kan de frie øvelser være særdeles udfordrende. Sven Holm giver som et eksempel herpå en gruppe, der lavede et projekt om "det simple pendul"⁹⁹. For et simpelt pendul eksisterer sammenhængen:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

hvor T er svingningstiden, l er længden af pendulet og g er tyngdeaccelerationen. I gymnasieforsøg vil der normalt blive ændret på de parametre, som direkte kan varieres, mens tyngdeaccelerationen opfattes som en konstant. Det, der gør dette projekt respektløst over for traditionen, er undersøgelsen af forholdet mellem svingningstiden og tyngdeaccelerationen. Projektgruppen varierede tyngdeaccelerationen ved at opsætte penduler i et jævnt accelereret system (en slags elevator)¹⁰⁰. Men at kunne se en sådan sammenhæng i teorien (i dette tilfælde mekanikken) kræver et større overblik. I dette tilfælde giver traditionen eller den tidligere undervisning indtryk af, at accelerationen er konstant. Med den nye viden erkendes, at accelerationen er en variabel, og herefter kan den oprindelige sammenhæng undersøges på ny (gruppen fandt selvfølgelig overensstemmelse mellem det teoretiske udtryk og de eksperimentelle målinger).

At regne den ud.

Det andet formål er det vi i gruppen lidt løst har omtalt som "at regne den ud". Dette formål lægger sig noget op af Højgaards 1. formål med at lære fysik (muligt at skelne mellem sandt kontra falsk, se kap 4). Et væsentligt træk ved de frie øvelser er at de studerende får en fornemmelse af at køre med tingene selv. Vejlederne er restriktive, med hensyn til

⁹⁹ Simpelt pendul, 1979.

¹⁰⁰ Simpelt pendul, 1979, s. 19-23.

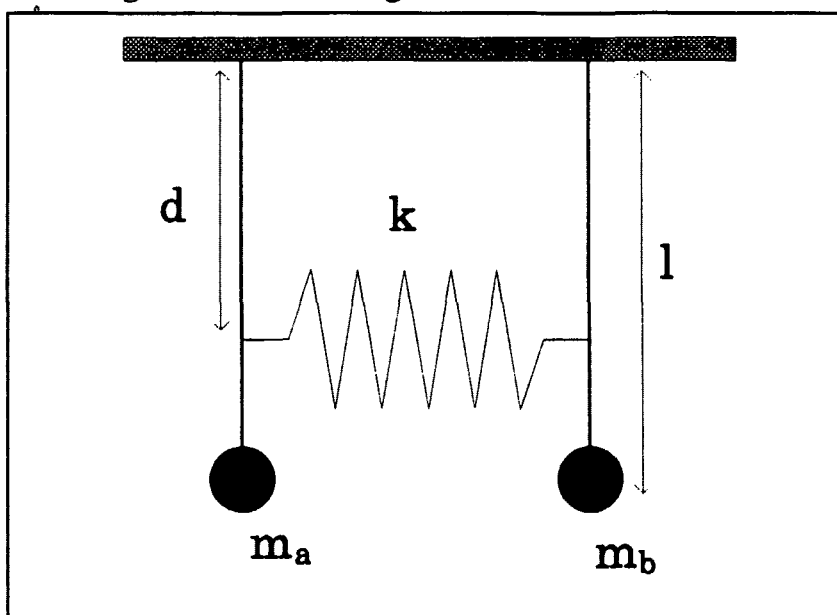
hvilket emner de studerende får lov at vælge - blandt andet på grund af ressourcer, men det sikrer at de studerende næsten altid når frem til et resultat. De får derfor forhåbentlig oplevelsen af at kunne angribe og løse et problem selv. For at illustrere dette formål har vi valgt 2 rapporter, "Koblede penduler" og "Roterende kugle på roterende kegle", der på hver sin måde "regner den ud". Forskellen på de 2 rapporter er, at i "Koblede penduler" regnes en masse "små" ting ud, mens der i "Roterende kugle..." undersøges ét, men mere kompliceret system.

Koblede penduler.

Generelt må det siges at gruppen beskæftiger sig med så mange detaljer om koblede penduler, at det er meget svært at give et kort indblik i rapporten. De beskriver det selv således:

[Formålet er] at beskrive og forstå de svingnings typer og mønstre, som måtte fremkomme i vores system bestående af to koblede penduler. Vi har valgt at lave en ren kvalitativ betragtning og en ren kvantitativ betragtning.¹⁰¹

Det system, der søges "beskrevet og forstået" ser således ud:



De 2 penduler med længderne l og masserne m , er forbundet med fjederen k med afstanden d fra ophængningspunkterne.

¹⁰¹ Koblede penduler, 1992, s. i.

I rapporten gennemgås udregninger og beskrivelser af koblede pendulers bevægelsesform ved hjælp af egenfrekvenser, og energioverførslen ved modulation. En typisk udregning består i; givet to ens masser og lige lange penduler find pendulernes position til et givet tidspunkt. Bevægelserne er styret af disse differentiaalligninger:

$$a: \quad m \cdot \frac{d^2 x_a}{dt^2} = -m \cdot \frac{g}{l} \cdot x_a - k \cdot (x_a - x_b)$$

$$b: \quad m \cdot \frac{d^2 x_b}{dt^2} = -m \cdot \frac{g}{l} \cdot x_b + k \cdot (x_a - x_b)$$

hvor x er pendulets afstand fra ligevægtsstillingen og g er tyngdeaccelerationen. Ligningerne har løsningerne:

$$x_a = A_1 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t + \phi_1) + A_2 \cdot \cos(\omega_2 \cdot t + \phi_2)$$

$$x_b = A_1 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t + \phi_1) - A_2 \cdot \cos(\omega_2 \cdot t + \phi_2)$$

Fælles for gennemgangene er, at da udregningerne er enkle, når gruppen i hvert tilfælde frem til en slutligning, som bagefter kan sammenlignes med det eksperimentelle resultat. Herefter følger et afsnit om forsøgsopstillingen og en beskrivelse af forsøgsforløbet, hvor også metoden beskrives:

Vores opstilling gav os muligheden for at variere massernes størrelse, pendulernes længder og fjederens afstand fra pendulernes ophængningspunkter. Derfor besluttede vi os for at lave tre serier af målinger, hvori vi hver gang, groft sagt, fastholdt to af "variablerne" imens den tredje blev ændret på en bestemt måde.¹⁰²

Ved at regne på de forskellige situationer der opstår ved en ændring, demonstrerer gruppen at de kan regne sig frem til et resultat. De har yderligere ved denne opdeling af projektet i "småprojekter" sikret at de ikke går i stå, selvom de løber ind i problemer i en enkelt del. Samtidig har de mange små dele givet gruppen et overblik i emnet. På grund af deres overblik dukker der hele tiden nye småprojekter frem:

Vi har i dette projekt været nødt til at afgrænse omfanget af vores behandling af emnet, idet der hele tiden fremkom nye muligheder, og vi måtte moderere os, selv

¹⁰² Koblede penduler, 1993, s. 19.

om vi egentlig havde lyst til at gå videre i arbejdet.¹⁰³

Roterende kugle på roterende kegle.

Rapporten adskiller sig fra Koblede penduler ved at udlede en enkelt men kompliceret ligning. I rapportens indledning skriver de studerende:

I rapporten beskrives en forsøgsopstilling beregnet til at undersøge hvorledes en roterende kugle bevæger sig på en roterende kegle. Desuden forsøges der at udlede en bevægelsesligning for kuglen. Herudover diskuteres teoriens rimelighed i forbindelse med praktisk udførte eksperimenter med den beskrevne forsøgsopstilling.¹⁰⁴

Det der her er pointen er udledningen af kuglens bevægelsesligning. I rapporten lettes udregningerne ved at udføre betragtninger om vektorernes indbyrdes forhold. Men da det er kompliceret laves der en fejlantagelse (der antages, at kuglens rotationsvektor er vinkelret på en vektor fra centrum til kuglens berøringspunkt med keglen). De studerende opdager, at der er noget galt, da de skal sammenligne computerkørsler med forsøget men finder ikke frem til fejlen. De opstiller og diskuterer tre mulige fejlkilder:

- 1) En gemen omskrivnings/regnefejl.
- 2) Fejl i computersimulationen.
- 3) Teorien bygger på forkerte forudsætninger.¹⁰⁵

Men da fejlen ligger i en forkert forudsætning, som de selv har indført, kan de ikke finde den.

I dette tilfælde opfyldes den overordnede målsætning ved at de studerende giver sig i kast med at udregne bevægelsesligningen for et system, som ikke før er blevet beskrevet. Dermed er det sikret, at der må foretages udregninger og idealiseringer, som de studerende ikke har set på samme måde i et kursus. De skal altså aktivt benytte den lærte viden i et længere forløb. Gennem forløbet skal de gerne opleve at udregne noget nyt og derefter ved at sammenligne med et forsøgsresultat indse, at de selv kan

¹⁰³ Koblede penduler, 1993, s.33.

¹⁰⁴ Roterende kugle., 1992, s. 2.

¹⁰⁵ Roterende Kugle., 1992; s. 12.

regne sig frem til at forudsige et systems fysiske opførsel. På denne måde får den studerende en fornemmelse af selvstændigt at kunne levere resultater og indser at fysikken kan levere svar på et stille problem. Men for at kunne få denne slags erkendelse er det nødvendigt at problemet faktisk løses og ikke er for svært, som det er tilfældet med den roterende kugle. De studerende har gennemgået præcis de samme processer, som hvis de var nået frem til det rigtige resultat, men de mangler den afsluttende oplevelsespointe, og har dermed ikke helt fået fornemmelsen af at kunne regne den ud.

Til gengæld er de ved at forsøge at udføre en længere udledning nået længere ud i grænserne for deres formåen. De har oplevet, at det er svært på samme tid at løse et delproblem og overskue hele problemet.

Vi mener, at der er to næsten enslydende pointer i "at regne den ud"-målsætningen. Den første er, at de studerende skal demonstrere, at de kan formulere, angribe og løse et problem. Herved opnås en træning i de processer, som løsningen af et fysisk problem kræver. Den anden pointe er af pædagogisk art og er at de studerende indser, at de selvstændigt kan nå frem til et resultat ved at behandle et fysisk system. Derved skulle de gerne få en større tiltro til egne evner og en indsigt i, at man med fysikkens begreber kan opnå resultater.

Kapitel 6: Diskussion og konklusion.

Vi vil i det følgende diskutere de tre projektarbejdsformer vi har kigget på: Illeris' generelle program, projektarbejdsformen på NATBASIS, og projektarbejdsformen på De frie øvelser.

Vi har valgt at dele diskussionen op i tre dele. Første del omhandler de didaktiske mål med projektarbejdet og anden del omhandler de midler, hvormed de didaktiske mål søges nået. Tredje del omhandler praktiske omstændigheder, der på den ene eller den anden måde har indflydelse på projektarbejdet. Under tredje punkt vil Illeris ikke blive behandlet, da hans program er rent ideologisk og ikke er tilknyttet en bestemt praksis.

Men lad os fluks gå i gang med at diskutere målene for projektarbejdet i de tre beskrevne forståelser. Af overskuelighedsårsager har vi valgt at opstille målene for projektarbejdet for henholdsvis Illeris, NATBASIS og De frie øvelse i et skema.

| Illeris | NATBASIS | De frie øvelser |
|-------------------------|---|---|
| <i>Kvalificering</i> | <i>Fagperspektivering:</i> - <i>Faget i anvendelse</i> | <i>Respekt</i> |
| <i>Modkvalificering</i> | - <i>Fagets interne struktur.</i> - <i>Faget i metaperspektiv.</i> | <i>Respektløshed</i> <i>"Regne den ud"</i> |

Dette er, som vi ser det, de væsentligste formål med projektarbejdet i de tre forståelser. Indledningsvis vil vi prøve at placere Illeris, NATBASIS og de frie øvelser inden for de rammer hhv. Wagenschein og Negt sætter. De ovenstående formål kan jo ses som grove overskrifter på den "helhed" de udvalgte eksempler skal afspejle - det de studerendes arbejde skal være eksemplarisk i forhold til. Før det kan forstås er det selvfølgelig vigtigt at vide hvad der ligger bag overskrifterne.

Illeris' kvalificering og modkvalificering ligger, så vidt vi kan bedømme ikke langt fra Negts udlægning af det eksemplariske princip. De problemer der skal arbejdes med skal findes i de studerendes samfundsmæssige virkelighed og afdække grundlæggende samfundsmæssige mekanismer. Formålet med de frie øvelser lægger sig tættere op af

Wagenscheins udlægning. Arbejdet på de frie øvelser skal lægge sig op af faget (fysik). Wagenschein mener at det at lære fysik i sig selv har en almindennende funktion. Hvorvidt sådanne tanker stadig verserer blandt vejlederne på de frie øvelser er et åbent spørgsmål, men "helheden" som arbejdet skal være eksemplarisk i forhold til er i hvert fald den samme hos Wagenschein og på de frie øvelser. Formålet for NATBASIS er noget sværere at placere i enten Negts eller Wagenscheins forståelse. Her er det, der skal arbejdes med naturfag, men set i lyset af samfundsmæssige og humanistisk betonedede forhold. Det er dog klart at formålet med NATBASIS ligger tættere på Negt end Wagenschein.

Illeris' mål i forhold til NATBASIS mål.

Den væsentlige forskel på formålet for projektarbejdet på NATBASIS og hos Illeris ligger i, at Illeris mener at de valgte problemer skal knytte an til den samfundssfære de studerende befinder sig i. Hvis naturvidenskaberne anskues som en reel og væsentlig del af denne sfære, er der ikke de store uoverensstemmelser mellem "fagperspektivering" og dette (at de valgte problemer skal knytte an til den samfundssfære de studerende befinder sig i). Fagperspektiveringen søges jo blandt andet for, at de studerende kan forstå naturvidenskabernes plads og funktion i samfundet, og løbende kan forstå at de selv undergår en (fag)kvalificering. Fagperspektivering kan således skabe modkvalificering, og det er klart at der søges en kvalificering gennem NATBASIS.

Det er ikke let at vurdere Illeris' program i forhold til målene for projektarbejdet på NATBASIS uden at tale om kurserne på NATBASIS. Det springende punkt er, hvorvidt de separate kurser bidrager til kvalificeringen. Illeris mener grundlæggende at man lærer bedre i sammenhæng, og for ham er det derfor vigtigt at problemorienteringen tages alvorligt. Han mener, at det i visse tilfælde kan være nødvendigt med separate kurser der kører uafhængigt af projektarbejdet, men det bør og kan stort set undgås. Hvis kurser virkelig er nødvendige på grund af stoffets karakter, bør de problemer de studerende arbejder med dikttere indholdet af kurserne - ad hoc kurser for at understøtte projektarbejdet.¹⁰⁶ Hvor Højgaard erklærer sig enig i at folk lærer bedre i sammenhæng, mener

¹⁰⁶ Interview med Illeris.

han ikke at det rent praktisk er muligt at afholde kurser på denne måde - dybest set et ressourceproblem. Den største uenighed mellem Højgaard og Illeris ligger altså i, om det er nødvendigt med kurser uafhængigt af projektarbejdet.

Illeris' mål i forhold til de frie øvelses formål.

Vi skrev tidligere, at Illeris program som vi så det, lagde sig op af Negts forståelse af den eksemplariske indlæring, mens de frie øvelser i højere grad lagde sig op af Wagenscheins forståelse. Ikke desto mindre er det relevant at sammenligne de to, fordi vi mener at kunne øjne et mønster. Kigger vi på skemaet igen, ser vi hos Illeris "kvalificering-modkvalificering". - På den ene side kan man gennem projektarbejdet kvalificere sig til at indgå i samfundet, på den anden side kunne "kæmpe for selvforvaltning". En analog, eller i det mindste et sprogligt tilsvarende mønster, kan findes i "respekt-respektløshed" på de frie øvelser. - På den ene side kan man lære at tilpasse sig til og forstå faget, på den anden side lære at kunne anskue faget kreativt. Det er dog klart at dette kun er en svag analogi: Illeris' mål ligger helt anderledes end de frie øvelses.

NATBASIS formål i forhold til de frie øvelses formål.

Der er ikke meget tilfælles mellem de frie øvelser og projektarbejdet på NATBASIS, de to ligger dog nok tættere på hinanden end Illeris og de frie øvelser. Man kan måske nok sige at der i formålet med NATBASIS ligger en idé om at de studerende skal lære respekt- og respektløshed for naturvidenskaberne og disses traditioner, men det er en anden form for respekt og respektløshed der er tale om. På NATBASIS er det tale om at få placeret naturvidenskaberne i en samfundsmæssig, teknologisk, filosofisk og ideologisk sammenhæng samtidig med at det søges sikret at de studerende får en principiel forståelse af naturvidenskabelige metoder. Det er altså i en bredere forstand, at de studerende skal forstå naturvidenskaberne. Det er ikke så underligt - NAT-BASIS er et to-årigt forløb med 4 projekter. De frie øvelser har et betydeligt mindre omfang tidsmæssigt, og der skrives kun 1 projekt. Desuden handler det kun om en naturvidenskab (fysik) på de frie øvelser. Derfor er det ikke fair at vurdere de to overfor hinanden i forhold til respekt-respektløsheds formålet. Formålet med at "regne den ud" er måske mere interessant at

hæfte sig ved. De strenge krav til hvad de studerende må gå igang på de frie øvelser adskiller de frie øvelser væsentligt fra NATBASIS. Disse krav gør nok at de studerende i høj grad faktisk "løser" det problem de arbejder med. På NATBASIS, hvor tøjlerne er noget mere løse, er de valgte problemer ofte håbløst komplicerede - så komplicerede at rapporterne i højere grad bliver problembeskrivende end egentlig problemløsende. Det selvværd der opnås ved "at regne den ud", optræder derfor nok ikke lige så hyppigt på NATBASIS som på de frie øvelser. NATBASIS-formålet "fagperspektivering" kommer til gengæld nok sjældent til udfoldelse på de frie øvelser.

Vi vender os nu mod de didaktiske virkemidler hvormed formålene for de tre typer projektarbejde søges nået gennem projektarbejdet. Vi har prøvet at opstille et skema a la det vi præsenterede for formålene.

| Illeris | NATBASIS | De frie øvelser. |
|--|--|--|
| <i>Problemløserorientering</i> <i>Deltagerstyring</i> | <i>Problemløserorientering</i> <i>Deltagerstyring</i> <i>Semesterbindinger</i> | <i>Problemløserorientering</i> <i>Deltagerstyring</i> |

Illeris midler i forhold til NATBASIS midler.

Udformningen af projektarbejdet på NATBASIS adskiller sig ikke væsentligt fra Illeris idéer - problemløserorienteringen og deltagerstyringen er således prioriteret højt. Systemet af semesterbindinger som de studerende skal forholde sig til taler ikke Illeris imod - i det mindste ikke så længe der er tale om så forholdsvis løse formuleringer. I det interview vi lavede med Illeris, foreslog han faktisk at man strammede yderligere op, for at kunne lave klarere sammenhæng mellem kurser og projekter. Han foreslog konkret, at man kunne fastsætte et tema for projektarbejdet hvert semester, på den måde skulle alle skrive om noget inden for dette tema (kunne evt. laves valgfrit i huset), og det ville således være lettere at få projekter og kurser til at hænge sammen. Efter vores skøn, er der lidt "gynger og karruseller" over dette forslag, fordi en stramning af de studerendes frihed til at vælge, kunne virke dræbende på de studerendes motivation (dette er Illeris dog heller ikke uenig i). Højgaard anfører, at

et system med en tematisering af projektarbejdet i de enkelte huse rent faktisk har været forsøgt på NATBASIS men med ringe resultat. Til dette siger Illeris, at der nok er blevet givet op for let.

Illeris' midler i forhold til de frie øvelser.

I skemaet har vi ikke opgjort nogen forskel, men det er ikke helt rimeligt. Selv om vi ikke har diskuteret de frie øvelser med ham, tror vi nok han ville mene at deltagerstyringen ikke kommer til sin ret på de frie øvelser. De strenge krav til hvad der kan laves og hvad der ikke kan laves, ville han nok sige, sætter de studerende i en situation hvor de reelt ikke har meget indflydelse på valg af de problemer de vil arbejde med. - Igen måske dybest set et ressourceproblem. De problemstillinger der "passerer filteret", ville sikkert heller ikke falde i hans smag grundet deres verdensfjerne eller i det mindste fagspecifikke karakter.

NATBASIS midler i forhold til de frie øvelser.

Begge institutioner benytter sig af deltagerstyring og problemorientering, men forholdet hvormed det gøres er som forholdet mellem Illeris og de frie øvelser. Semesterbindingerne udfylder selvfølgelig i en eller anden forstand den samme funktion som det fremlagte projektkatalog gør (eller omvendt). Den sætter en dagsorden for hvilken type problemer der kan arbejdes med i det givne semester. Dog må det siges, at en allegorisk binding trods alt stiller de studerende noget mere frit end et katalog med projektforslag med 28 øvelser (jvf. appendix). Det er, som sagt, muligt at komme med projektforslag også på de frie øvelser - men både penge og vejledertid sætter grænser.

Inden vi slutter af, vil det være på sin plads at diskutere ressourcer. Vi har lavet endnu et fint skema, der dog denne gang ikke omfatter Illeris, da der ikke direkte er nogen praksis tilknyttet hans program. Dette skema skal vise hvilke didaktiske virkemidler der er taget i brug af ressourceårsager.

| NATBASIS | De frie øvelser |
|---|---|
| <i>Adskilte kurser</i> <i>Gruppearbejde?</i> | <i>Projektforslags-katalog</i> <i>Strengt krav fra vejledere til hvad der accepteres af problemer</i> <i>Gruppearbejde?</i> |

Vi har tidligere diskuteret både kurserne på NATBASIS og de krav der bliver stillet til projektforslag på de frie øvelser. Det er gruppearbejdet der er det interessante. Det har slået os i vores arbejde med Illeris, NATBASIS og de frie øvelser at ingen af de 3 programmer eksplicit formulerer det som centralt at der er tale om gruppearbejde. For os, der nu igennem flere år, har arbejdet i grupper forekommer gruppearbejdet temmelig centralt. Stort set alle gør det nemlig på RUC, og på de frie øvelser er det et uformuleret krav at der skrives i grupper. Illeris nævner da også gruppearbejde, men overvejende i konkrete eksempler, men det ligger implicit i det han skriver, at der er tale om gruppearbejde. Højgaard taler også om gruppearbejde, men ikke som et væsentligt forhold på samme måde som problemorienteringen og fagperspektiveringen. Dette skyldes nok også, at han hovedsagligt tager udgangspunkt i NATBASIS, hvor gruppearbejdet er etableret. Sven Holm sagde til os, at tidligere havde det været et formål i sig selv at arbejde i grupper, men at han idag ikke ville formulere det som et sådant. Dette skyldes blandt andet at de studerende idag har prøvet gruppearbejde tidligere, og de frie øvelser er blevet beskåret så meget som de er. Vi tror, at det at arbejde i grupper er en væsentlig grund til at projektarbejdet har så stor en succes på RUC. Måske var det en idé for nogle at skrive et projekt om formålet med gruppearbejde?

I det foregående har vi kigget på 3 forskellige sæt af mål og midler med projektarbejdet: Illeris generelle program der ikke er tilknyttet nogen praksis, programmet for NATBASIS og programmet for de frie øvelser. Vi har sammenlignet formålene med de tre, og vi har sammenlignet de midler hvormed formålene søges nået. Dermed mener vi at have besvaret vores problemformulering.

Litteraturliste.

Beyer, Karin, 1978; Tekster fra IMFUFA nr. 6: "Fagsamarbejde og Fagperspektivering", RUC.

Chalmers, A.F, 1990; "What is this thing called science", 2. udgave, Open University press, Buckingham, Storbritannien.

Dreyer Sørensen, Niels et al, 1981; Tekster fra IMFUFA nr.46: "Eksemplarisk undervisning og fysisk erkendelse - illustreret ved to eksempler", RUC.

Højgaard Jensen, Jens, 1978; Tekster fra IMFUFA nr. 6: "RUC-nøgleord og fysikundervisning", RUC.

Højgaard Jensen, Jens, 1984; Tekster fra IMFUFA nr. 84: "Mig, natfolk og P-pædagoger", RUC.

Højgaard Jensen, Jens, 1990; Tekster fra IMFUFA nr. 199: "Spredt Fægtning", RUC.

Illeris, Knud, 1981; "Modkvalificeringens pædagogik", Unge pædagoger, København.

Illeris, Knud, et al, 1985; Egentlig Berthelsen, Jens, et al, 1985; "Grundbog i projektarbejde", Unge pædagoger, København.

Kuhn, Thomas S., 1970; "Structure of Scientific Revolutions", 2. udgave, Foundations of the Unity of Science vol 2 nr. 2, University of Chicago Press, USA.

Natbas håndbog, 1993:

Josephsen, Jens, et al, 1993; "Håndbog - Naturvidenskabelig Basisuddannelse", 4. udgave, RUC. (Kan rekvireres ved henvendelse til: Studienævnet for den naturvidenskabelige basisuddannelse, RUC.)

Skovsmose, Ole, 1981; "Didaktiske arbejdsopgaver 3 - Alternativer i matematikundervisningen", Nordisk forlag A/S Copenhagen.

ARF-rapporten, 1972; Tidsskriftet GAMMA. Ekstraudgave Juni 1972, Niels Bohr Institutet, Københavns Universitet.

Fysik '73, 1973; Fysikstudiet ved Københavns universitet. Andet er ikke opgivet.

Projektrapporter (NATBASIS rapporterne kan findes på Roskilde Universitets bibliotek. KU-rapporterne er opstillet i kælderen på Niels Bohr instituttet):

"Fra Newton til Land", NATBAS, 92/93: Ikke på biblioteket 8/12-93.

"Koblede penduler", rapport nr.: 1924, Københavns Universitet, forår 1993.

"Kugle på roterende skive", rapport nr.: 1819, Københavns Universitet, forår 1992.

"Matematiske modeller og videnskabsteoretiske problemer ved modeldannelse", NATBAS A, 78/79:15. Denne rapport er også optrykt i: Tekster fra IMFUFA nr. 23: "Om matematiske modeller", 1980, RUC.

"Roterende kugle på roterende kegle", rapport nr.: 1822, Københavns Universitet, forår 1992.

"Sikker Fusion", NATBAS, 92/93:7

"Simpelt pendul", rapport nr.: 633, Københavns Universitet, efterår 1979.

Båndoptagelse:

IMFUFA-seminar, d. 23/9. Jens Syrak Larsen: "Tyve år med 'frie øvelser'". Båndet kan rekvireres ved henvendelse til Frederik Voetmann Christiansen, RUC, Inst. II.

Appendix.

På de næste par sider gives eksempler på projektforslag, fra projektforslags-kataloget på de frie øvelser (november 92).

LYDHASTIGHED I METALLER. (YOUNGS MODUL)

Lydens hastighed i et metal er afhængig af metallets elastiske egenskaber, hvor den vigtigste er elasticitetskoefficienten eller Youngs modul. Når der er tale om lydudbredelse i en stang af endelig tykkelse, spiller også Poissons forhold (et mål for tværkontraktionen) en rolle for hastigheden. Det betyder, at man ved at måle lyd hastigheden i en metalstang kan bestemme materialekonstanterne for det pågældende metal.

Lydhastigheden i en stang kan måles ved at anslå stående bølger i stangen og bestemme bølgelængde og frekvens. Til første orden er hastigheden, $v = \sqrt{E/\rho}$, hvor E er Youngs modul og ρ er materialets massefylde. Anslås en række overtoner, viser en nøjagtig frekvensbestemmelse, at overtonerne ikke stiger lineært med antallet, og det er netop denne afvigelse, der kan udnyttes til bestemmelse af Poissons forhold.

Målingerne udføres ved at anslå svingningerne i stangen med en spole anbragt på stangen og omgivet af et magnetfelt. Ved at sende strøm gennem spolen fra en tonegenerator sættes spolen i svingninger i magnetfeltet og når frekvensen svarer til en egenfrekvens i stangen svinger denne med. Stangens svingninger kan registreres med en mikrofon.

Litteratur: H. Højgaard Jensen, Deformerbare Stoffers Mekanik; (København 1968).
Rayleigh, The Theory of Sound; (London 1926).
L. Vildrik et al., Youngs Modul; Fysikl rapport nr. 311 76E (1976).

FOUCAULT PENDULET

Hænger man et pendul op over en af jordens (geografiske) poler vil svingningsplanet stå stille og jorden rotere neden under.

Endelig et håndgribeligt bevis på at jorden roterer! - eller er det? Hvorfor roterer Foucaults pendul ikke i forhold til fixstjernerne?

Projektet indebærer omhyggelig udmåling af pendulets banebevægelse over flere timer med elektronisk udstyr.

Korrektion for den såkaldte arealeffekt kan tages op som en udfordring.

Litteratur: D.Kleppner & R.J.Kolenkow, An introduction to mechanics, p.367
N.O.Lassen, Fysisk Tidsskrift _____

REVERSIONSPENDULET (KATERS PENDUL)

Reversionspendulets virkemåde beror på at man for ethvert fysisk pendul kan finde to forskellige omdrejningsakser for hvilke svingningstiden er den samme. Metoden benyttes til nøjagtig bestemmelse af g , den lokale tyngdeacceleration. Der benyttes elektronisk tidtagning samt et katetometer til præcis afstandsmåling.

Reversionspenduler der benyttes i dag til præcisionsbestemmelse af g har en lidt anden udformning end den i projektet anvendte.

I behandlingen indgår ikke-harmoniske effekter, som kan indbyde til udvikling af svingningstiden, T , til højere orden i udslagsvinklen, samt korrektion af T for amplitudestørrelsen.

Litteratur: D.Kleppner & R.J.Kolenkow, An introduction to mechanics: p.258