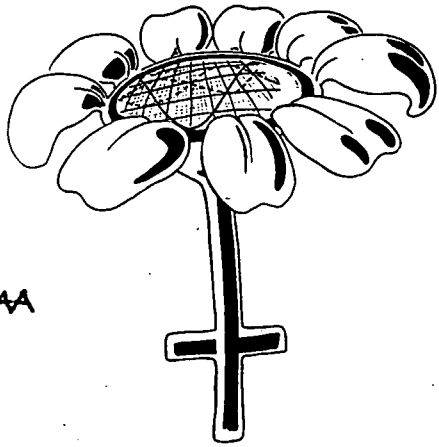
TEKST NR. 162 1988

PIGER & FYSIK

– OG MEGET MERE .....



KARIN BEYER
SUSSANNE BLEGAA
BIRTHE OLSEN
JETTE REICH
METTE VEDELSBY

TEKSTER fra

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

IMFUFA, Roskilde Universitetscenter.

PIGER & FYSIK - og meget mere. af

Karin Beyer, Sussanne Blegaa, Birthe Olsen,
Jette Reich og Hette Vedelsby.

IMFUFA tekst nr. 162/88, RUC. 360 sider. ISSN 0106-6242

Nærværende rapport kan bestilles ved henvendelse til:
Sekretariatet, IMFUFA, Roskilde Universitetscenter,
postbox 260, 4000 ROSKILDE.
Det vedlagte girokort bedes anvendt til indbetaling af 60 kr (til dækning af instituttets udgifter til trykning og indbinding) samt forsendelsesomkostninger. NB! forbedret ryglimning!

ABSTRACT:

Teksten er udarbejdet på baggrund af forskningsprojektet: "PIGEROLLER & FYSIKUNDERVISNING I GYMNASIET - en analyse af fagets kønspolariserende virkning."

Udgangspunktet er skolefaget fysik, men mange af vore overvejelser og forslag har også betydning i andre fag.

I.del handler om fysikundervisningens kognitive krav og elevernes muligheder for at honorere disse. Analysen fremhæver de områder hvor der optræder kønsforskelle i præstationer og indlæringsstil og peger på nogle årsager hertil.

II.del handler om betydningen af emnevalget og undervisningsstoffets organisering og tema-præsentation i forhold til pigers og drenges interesser og forudsætninger i øvrigt.

III.del handler om forholdet mellem kønsroller og pædagogik, herunder det vigtige samspil mellem de følelsesmæssige og de mere intellektuelle reaktioner i indlæringen. Mulighederne for en pædagogisk tilrettelæggelse, der i højere grad stimulerer både pigers og drenges selvtillid og selvstændighed, diskuteres.

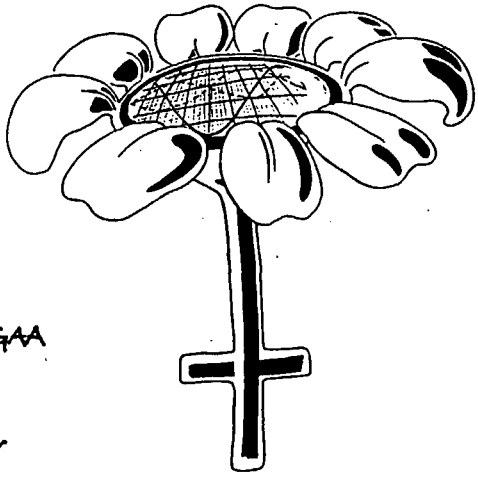
IV.del handler om betydningen af uddannelsesstrukturen og om kønsforskelle i valgmønstre og i begrundelser for valg. Det er vigtigt, at studievejledningen bygger på en forståelse for forskellene i pigers og drenges reaktioner og behov.

Problemet diskuteres i bredere uddannelsespolitisk og samfundsmæssig sammenhæng i indlednings- og afslutningskapitlet.

Teksten omfatter bl.a. de emner, som forfatterne har behandlet i foredrag for gymnasielærere o.a. i de sidste par år. Samme forfattergruppe udgav en forløbig rapport som IMFUFA-tekst nr.71 i 1983.

PIGER & FYSIK

– OG MEGET MERE .....



KARIN BEYER
SUSSANNE BLEGAA
BIRTHE OLSEN
JETTE REICH
METTE VEDELSBY

Juni 1988

INDHOLD:

FORORD 5

KAPITEL 1: PIGER OG FYSIK - HVAD ER PROBLEMET ? 9
1.1 Introduktion 9
1.2 Hvorfor er pigernes afvisning et problem - og for hvem ? 13
1.3 Om vores projekt: Dets formål og metoder 20
1.4 Oversigt over rapportens indhold 26

* Del I: INDLÆRING AF BEGREBER OG TEORI *

KAPITEL 2: KØNSFORSKELLE I PRÆSTATIONER - I FYSIK OG ANDRE FAG 35
2.1 Introduktion 35
2.2 Pigers og drenges karakterer i gymnasiet 37
2.3 Pigers og drenges testresultater - især i fysik 45
2.4 Fortolkninger og forklaringer 56
2.5 Er det drengenes tekniske legetøj, der gør udslaget ? 59

KAPITEL 3: FYSIKUNDERVISNINGENS KRAV OG ELEVERNES KOGNITIVE UDVIKLING 63
3.1 Piagets teori for menneskets kognitive udvikling 65
3.2 Undersøgelser af unges kognitive udvikling inden for det naturvidenskabelige emneområde .. 70
3.3 Karakteristiske vanskeligheder i 1.g-fysikken . 73
3.4 Tolkning i andre fag 94
3.5 Udvikling af formel tænkning - hvad kan undervisningen gøre ? 95

KAPITEL 4: PIGERS OG DRENGES INDLÆRINGSSTIL 101
4.1 Indlæring og risikovillighed 101
4.2 Om forholdet til succes og fiasko 108
4.3 Vigtige forbehold 116
4.4 Intimitet, autonomi og indlæring 118
4.5 Pædagogisk hjælp eller bjørnetjeneste ?? 123
4.6 Er drenge virkelig mere selvsikre end piger ? . 130
4.7 Askepot, Peter Pan og skolens virkelighed 136

* Del II: UNDERVISNINGSTILRETTELÆGGELSE *

KAPITEL 5: KOGNITIVE UNDERVISNINGSTEORIER 143
5.1 Om at gøre indlæring meningsfuld 144
5.2 Klargørelse af konflikter mellem hverdagsbegreber og videnskabelige begreber ... 146
5.3 Reformulering af videnskabelige begreber og relationer 151
5.4 Opbygning af et meningsreservoir for et begreb 153
5.5 Konsolidering af begrebsforståelsen 157
5.6 Eksplicit undervisning i strukturering af begreber 159
5.7 Receptiv indlæring eller opdagende indlæring .. 166

KAPITEL 6: ELEVERNES MOTIVATION OG FYSIKUNDERVISNINGENS EMNER 169
6.1 På vej mod et pigevenligt fysikpensum ? 169
6.2 Den historiske baggrund 171
6.3 Forbindelsen til elevernes personlige erfaringer 174
6.4 Tre temaer afprøvet i 1.g-fysikundervisning ... 178
6.5 Pige- og drengeinteresser i fysiktemaerne 182
6.6 Pige- og drengeinteresser i andre fag 187
6.7 Årsager til kønsforskelle i interesser 189
6.8 Konsekvenser for fysikundervisningen 193

* Del III: KØNSROLLER OG PÆDAGOGIK *

KAPITEL 7: KØNSROLLER OG SKOLEN 199
7.1 Forklaringsmodeller for, hvordan kønsrollerne opstår 199
7.2 Hvilke konsekvenser har kønsrollerne for eleverne i skolen ? 210
7.3 Hvordan kommer vi videre ? 221

KAPITEL 8: ER DER EN SÆRLIG PIGEVENLIG PÆDAGOGIK ? 225
8.1 Indlæring 225
8.2 Findes der en pædagogik, der i højere grad passer til pigernes behov end den nuværende ? . 226
8.3 Konfluent pædagogik 230
8.4 Vore erfaringer med at anvende konfluent pædagogik i undervisningen 233
8.5 Undervisningsklima 241
8.6 Bevidstgørelse om egne følelser i indlæringen . 243
8.7 Sammenfatning 251

* Del IV: UDDANNELSE: SORTERING OG KVALIFICERING *

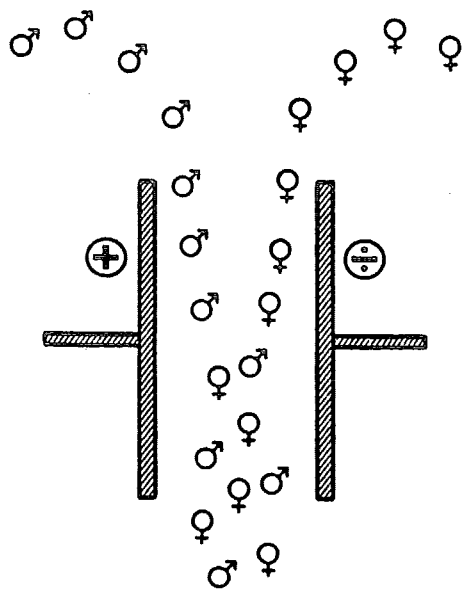
KAPITEL 9: KØN OG UDDANNELSESVALG 255
9.1 Introduktion 255
9.2 Tilgangen til gymnasiet 262
9.3 Pigers og drenges linievalg 264
9.4 Grenvalget på den matematiske linie 269
9.5 Karakteristik af elever og undervisning på de enkelte grene 279
9.6 Uddannelsesstruktur og studievejledning 285

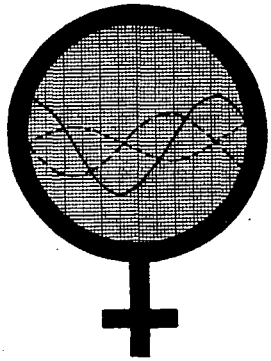
* Afslutning: *

KAPITEL 10: HVOR STÅR VI NU ? 293
10.1 Kønsroller og skolens funktion 294
10.2 Analyser af fag og indlæring - et resumé 308
10.3 Ændring i den daglige fysikundervisning 314
10.4 Er P & F-problemet løst med gymnasiereformen i 1988 ? 328
10.5 En fælles udfordring på tværs af fag og køn ... 331

BILAG A 337
BILAG B 341

LITTERATURLISTE 345





Forord.

Denne tekst er skrevet på baggrund af vores arbejde i projektet:

PIGEROLLER & FYSIKUNDERVISNING I GYMNASIET
- en analyse af fagets kønspolariserende virkning.

Med økonomisk støtte (til vikarløn) fra Undervisningsministeriet, Statens Humanistiske Forskningsråd og Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd har fire af os* (KB, SB, JR og MV) i varierende omfang haft nedsat undervisningsforpligtelse med henblik på dette arbejde i skoleårene 1984-87. Projektet er nærmere beskrevet i kapitel 1.

Vi har løbende "rapporteret" fra vores arbejde gennem artikler, foredrag, deltagelse i udvalgsarbejde m.v., og vi har udarbejdet skriftlige bidrag til tre internationale GASAT-konferencer (Girls And Science And Technology). Alligevel har vi ønsket at udsende en fyldigere redegørelse for vore resultater og overvejelser, i håb om, at dette materiale kan være til inspiration for lærere, studievejledere, uddannelsesplanlæggere

---

* BO deltog i det studiekredsarbejde 1983, der var indledningen på vores fælles engagement i "Piger & Fysik" (se rapporten: IMFUFA-tekst 71 / 1983). På grund af et års studieophold i USA har BO imidlertid ikke deltaget i det egentlige projektarbejde i 1984 -86. Men hendes store interesse i projektet og emnet i almindelighed har betydet, at hun efter sin hjemkomst igen har deltaget i gruppens generelle diskussioner, og at hun i den sidste fase også har bidraget til sammenskrivningen af denne tekst.

og andre, der interesserer sig for kønsroller og uddannelsespolitik, pædagogik og de enkelte fags undervisningspraksis.

Vi sætter fokus på faget fysik og på pigernes situation i dette fag. Men som titlen antyder (og som vi nærmere argumenterer for i de følgende kapitler), betragter vi selv emnet som meget bredere end nøgleordene piger og fysik angiver.

I de følgende kapitler søger vi at forbinde erfaringerne fra vort eget projekt med resultaterne af andres arbejde. En del af kapitlerne omhandler fortrinsvis vore teoretiske overvejelser og analyser af problemerne, mens andre afsnit i højere grad redegør for projektets resultater. Der er efter vor mening god brug for, at de enkelte fags lærere forholder sig til de generelle teorier og hypoteser vedrørende undervisning og køn. Vi har valgt at knytte an til konkrete eksempler fra fysikundervisningen, hvor det har kunnet lade sig gøre. Alligevel er det vores forhåbning, at de fleste kapitler vil kunne læses med udbytte uden særlige faglige forudsætninger - og at læseren ligefrem bliver inspireret til en tilsvarende konkretisering i andre fag.

Som læsevejledning giver vi i kapitel 1 (afsnit 1.4) en oversigt over indhold og synsvinkel i de enkelte kapitler.

Den foreliggende tekst er ikke et gennemarbejdet sammenhængende bogmanuskript. Emnet er bredt og komplekst, men flere punkter på vores oprindelige disposition er af praktiske grunde skåret væk - og endda er omfanget rigeligt stort! Resultatet er, at vægtfordelingen på de tilbageblevne emner og forbindelsen imellem dem ikke fremtræder helt, som vi kunne have ønsket det. Vi håber, at læseren trods alt kan skimte den "røde tråd" gennem emnet på tværs af de meget forskellige angrebsvinkler, som vi har valgt at anlægge undervejs - netop fordi de supplerer hinanden. - Også med hensyn til sprog og stil fremtræder afsnittene forskelligt. Hvert kapitel har under skrivningen haft en af os som hovedforfatter (selv om indholdet bygger på det fælles arbejde), og vi har ikke forsøgt at fjerne de forskelle i præsentationsform, der følger heraf.

- * -

På dette sted vil vi gerne takke for den opmuntring og støtte, vi gennem hele forløbet har modtaget fra rektor, kolleger og elever på vore to skoler: Frederiksborg Gymnasium (tidl: Frb. Statsskole) og Nørre Gymnasium. En særlig tak til eleverne i vore projektklasser, som deltog engageret i diskussioner og interviews, tålmodigt besvarede spørgeskemaer og tests, og iøvrigt fandt sig i at blive "overvåget" af en observatør!

Endvidere vil vi gerne rette en varm tak til matematik- og fysiklærerne Claus Christensen (NG), Kurt Jakobsen (FG) og Lasse Storr-Hansen (FG) for et konstruktivt samarbejde gennem 1984-85, hvor de var medarbejdere ved projektet, og senere. De indrettede undervisningen efter vore ønsker, bidrog til projektdiskussioner og accepterede, at vi som "observatører" overværede eller deltog i deres timer, udspurgte eleverne om deres syn på fag og undervisning m.m.

Albert Paulsen (RUC), der også har været associeret projektgruppen i en periode, takkes for mange gode råd og diskussioner undervejs. Albert Paulsen har med anledning i vores projekt gennemført en selvstændig testundersøgelse blandt 1.g elever, som omtales nærmere i kapitel 3.

Et nært samarbejde har vi endvidere haft med Helene Sørensen, der arbejder med "piger & fysik"-projekter i relation til folkeskolens fysik-kemi undervisning på en måde, der demonstrerer, at der er væsentlige fællestræk ved problemerne i folkeskole og gymnasium.

Vi vil ligeledes gerne takke alle de øvrige personer i ind- og udland, der undervejs har støttet os med faglig inspiration og viden, eller opmuntret os mere personligt til at gå videre, når vi allermest havde brug for dét. Det har været spændende at arbejde i et felt, hvor vi er blevet bakket op af fagkolleger, af Fysiklærerforeningen og Gymnasiedirektoratet - såvel som af lærere og andre personer med en faglig baggrund, der ligger langt fra fysik og matematik. Samme bredde i interessen

kan aflæses af det faktum, at vi har fået en meget væsentlig økonomisk støtte fra Det Naturvidenskabelige og Det Humanistiske Forskningsråd i forening.

En særlig tak til sekretær Aase Winterberg, der påtog sig det store og besværlige arbejde med at udskrive vore mange interviewbånd trods den svingende lydkvalitet på båndene. Tak også til alle tegnerne for deres bidrag til at opmuntre den tørre tekst. Endelig skal Erik Lund have en varm tak for sin indsats med renskrivning af mange af afsnittene på ETP, konvertering og justering af teksten i de øvrige kapitler, og for hjælp ved det praktiske arbejde med udprintningen af det færdige resultat.

Juni, 1988

Karin Beyer, IMFUFA, Roskilde Universitetscenter.
Sussanne Blegaa, Nørre Gymnasium.
Birthe Olsen, Christianshavns Gymnasium.
Jette Reich, Frederiksborg Gymnasium (før aug. 1987: Nørre G.)
Mette Vedelsby, Frederiksborg Gymnasium.

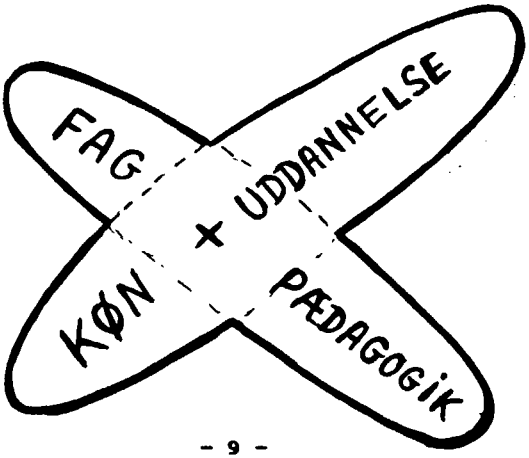
KAPITEL 1.

Piger & fysik - hvad er problemet ?

1.1. INTRODUKTION.

Denne rapport handler om undervisning i fysik - med særlig vægt på pigers forhold til dette stærkt kønspolariserende fag. Men vi mener selv, at de behandlede problemer og analyser har interesse og relevans for uddannelsesforskningen og debatten i videre betydning end nøgleordene "fysik" og "piger" antyder.

Rapporten handler således bl.a. om, at piger og drenge på grund af forskelle i opdragelse (og socialisering i øvrigt) møder skolen og (fysik-)undervisningen med forskellige forudsætninger og behov. Men den handler også om, hvordan skolen og undervisningen i sig selv medvirker aktivt i formidlingen af kønsrollemønstre. Herved behandler vi en del af de mere generelle mekanismer i samspillet mellem kønsroller og uddannelsessystem, og mellem elevforudsætninger og undervisningen i de enkelte fag.



Vi har valgt at fokusere på faget fysik: dets undervisningstradition og pædagogiske problemer, og fagets mere almene funktion i uddannelsessystemet. Derved arbejder vi med spørgsmål, som i den danske forskningstradition hovedsageligt har været behandlet helt generelt af psykologer, pædagoger, sociologer m.fl., altså uden særlig hensyntagen til fagenes specielle indhold og karakter.

Det generelle søges i det specielle!

Vi mener, at der er behov for en større satsning på pædagogisk eller fagdidaktisk forskning på de enkelte fagområders præmisser, og vi mener, at der er behov for at både "generalister" og "fagfolk" bidrager til dette arbejde. En selvstændig dansk indsats i forsknings- og udviklingsarbejde bør suppleres med mere effektiv udnyttelse af udenlandske resultater og erfaringer, og lærere på alle niveauer bør gennem efteruddannelse og muligheder for forsøgsundervisning gives bedre betingelser for at bidrage til koblingen mellem "teori" og praksis.

Vores egen baggrund er en universitetsuddannelse i fysik og matematik m.m., og tilsammen repræsenterer vi mange års undervisningserfaring i gymnasiet og på universitetsniveau i fagene fysik, matematik, kemi og datalære samt studievejledning. Alligevel er det klart, at vi er novicer og amatører, når det gælder pædagogisk-psykologisk forskning. Vi håber imidlertid, at vores arbejde - ikke mindst ved sit forsøg på at være fagligt konkret - bidrager med nogle nye belysninger af gamle problemer, og at det derved kan virke som inspirationskilde for andre uanset deres faglige baggrund.

Vi kan lide vore fag, og vi kan lide at undervise. Det har derfor været spændende og udbytterigt i en periode at arbejde så intenst med disse problemer og mekanismer, som på en mere eller mindre skjult måde er medbestemmende for, hvad der kommer ud af den daglige indsats i klasseværelset. Vi fokuserer på pigerne, men målet er en bedre undervisning for alle elever! De varierende forudsætninger hos eleverne er ikke alene udtryk for "tilfældige" individuelle egenskaber, de må også

anses for at afhænge på en mere systematisk måde af faktorer som køn, social og etnisk-kulturel baggrund. Det er derfor hensigtsmæssigt at analysere undervisningssituationen for specifikke elevgrupper (som her piger og drenge), i stedet for alene at arbejde med en gennemsnitlig elevtype, som måske slet ikke eksisterer i virkeligheden.

Symptomerne.

Vores eget arbejde har hovedsageligt drejet sig om eleverne og undervisningen i gymnasiet, men på en række punkter har vi fundet paralleller på både foregående og efterfølgende undervisningstrin.

Nogle vigtige symptomer på, at skolen har et problem med PIGER & FYSIK er, at pigerne i sammenligning med drengene:

1) klarer sig dårligere i dette fag ved tests og eksaminer,

2) interesserer sig mindre for faget, ja, til tider har negative følelser forbundet hermed, og

3) i højere grad fravælger fysik, hvor det kan lade sig gøre.

Den samlede virkning heraf er, at fysik formodentlig er det skolefag, som i højeste grad virker kønspolariserende! En kendsgerning, der naturligt må give anledning til en række kritiske overvejelser om indholdet af og formen for undervisningen i fysik. Der ligger her en særlig udfordring for alle pædagogisk interesserede fysiklærere.

Ikke kun fysiklærernes problem.

Vi har imidlertid den overbevisning - og vi skal argumentere yderligere herfor i de følgende kapitler - at mange forhold, der slår særligt kraftigt igennem i faget fysik, også spiller ind i andre af skolens fag. I det hele taget kan skolens kønspolariserende virkning ikke forstås uafhængigt af de generelle mekanismer, der skaber og vedligeholder kønsforskelle i sam-

fundet. Elevernes holdninger til teknik og fysik er endvidere afhængig af det image, disse fagområder og deres udøvere har i befolkningen i almindelighed.

ING/JOB 20/11-1987

De kan ikke det dér med pigernes kemi

Fysik- og kemilærerne forstår ikke at motivere gymnasiets kvindelige ungdom

ING/JOB 8/1-88

Kommentar:

Ingen skurke, men en masse udfordringer

Gymnasiet som helhed medvirker til formidlingen af de gængse kønsroller og af en fagopfattelse, der i et vist omfang vedligeholder en uhensigtsmæssig modsætning mellem en teknisk-naturvidenskabelig og en humanistisk "kultur". Gymnasiets valgstruktur gør det nødvendigt for eleverne at vælge først mellem den sproglige og den matematiske linie, siden mellem grenfagene. Herved bliver det "naturligt" at tage parti for sprog hhv. matematik, eller for biologi hhv. fysik osv. Eleverne kan måske ligefrem betragte sig selv som hørende til den

ene eller den anden af "de to kulturer" (den humanistiske eller den teknisk-naturvidenskabelige). Samtidig bidrager studievejledere og lærere i alle fag - mere eller mindre ubevidst - til formidlingen af holdninger til køn og fag i skolens hverdag.

1.2. HVORFOR ER PIGERNES AFVISNING ET PROBLEM - OG FOR HVEM ?

Den kønspolarisering, der viser sig i fysik og andre skolefag, er ikke udtryk for et enkelt problem, men for et sæt af problemer på forskellige niveauer, som det kan være hensigtsmæssigt at skelne imellem. I den følgende (ufuldstændige) analyse vil vi skitsere tre forskellige synsvinker på problemet.

Det individuelle plan.

Den enkelte elevs valgfrihed er begrænset af fordomme, herunder de herskende kønsrolleforventninger. I følge deres natur er disse begrænsninger i det store og hele ubevidste for den enkelte. Undersøgelser har vist (se nærmere i kapitel 7), at der er god overensstemmelse mellem drenges og pigers opfattelse af, hvilke aktiviteter der er acceptable for henholdsvis en pige og en dreng, og de to køn er også enige om, at der er snævrere rammer for pigerne end for drengene. Der er dog en forskel: drengene er mere kønsstereotype: de sætter endnu snævrere grænser for pigernes adfærd end pigerne selv gør!

På denne baggrund er der grund til at arbejde for pigers ret til at være lige så forskellige som drengene! Målet er altså en udvidet adgang eller "ret" for piger til at prøve sig selv af og til at realisere potentialer.

Her må vi indskyde, at drenge naturligvis også er begrænset af kønsrolleforventningerne, og måske lige så alvorligt som pigerne. Begrænsningerne virker dog forskelligt for de to køn. I øvrigt er vi af den opfattelse, at kvinderollen ikke kan ændres uafhængigt af en tilsvarende ændring af manderollen - og omvendt. Der er tale om en gensidig polarisering mellem de to køn, og sådan vil det formodentlig altid være. Hver generation må imidlertid ud fra sine historisk-kulturelle forudsætninger opstille grænser for, hvilke kønsrollebegrænsninger, der er acceptable eller ligefrem ønskelige, og hvilke, der ikke er det.

Når der tales om at "nedbryde" kønsrollemønstrene, f.eks. i forbindelse med de unges uddannelsesvalg, skal det altså ikke opfattes som et moralsk krav til den enkelte pige om at vælge anderledes end hun har lyst til. Det er de ubevidste begrænsninger, der er knyttet til de kønsspecifikke forventninger, der skal ændres på. I denne forstand gælder det altså om i højere grad at skabe "lige muligheder" for piger og drenge - i og uden for skolen. Da de to køn møder med forskellige forudsætninger er det ikke altid sådan, at "samme behandling" fører til "lige muligheder". Det er i dette perspektiv, vi arbejder med problemerne: køn & udannelse, piger & fysik. Men selv om ovenstående er tilstrækkelig begrundelse for at tage udfordringen op, er det ikke den eneste.

Det generelle samfundsmæssige plan.

Ligestilling mellem kønnene kan også betragtes som et alment politisk mål i den forstand, at udnyttelse af både mænds og kvinders potentialer vil medvirke til skabelse af et bedre samfund.

Man kan håbe, at en ligeværdig medvirken af kvinder og mænd på alle samfundsfelter og -niveauer kan medvirke til nedbrydning af skellet mellem "de to kulturer". Nogle drenge og mænd udvikler en snæver teknisk interesse uden politiske og etiske hensyn til den helhed, arbejdet indgår i. De forholder sig da til problemerne, som var der tale om leg eller spil: engage-

rede, begejstrede, men uden større ansvarsbevidsthed (se også kapitel 4). Hvor denne indstilling findes hos den voksne tekniker eller videnskabsmand, kan det give alvorlige problemer. Der er i høj grad brug for både mænd og kvinder, som er i stand til at forene ansvarsfølelse og interesse for omsorg med teknisk-økonomisk kunnen som udgangspunkt for en indsats rettet mod et politisk mål.

Hertil kommer, at ønsket om et reelt demokratisk samfund naturligvis ikke kan realiseres, når op imod halvdelen af befolkningen er udelukket fra eller afviser/blokerer over for

fagområder, der har betydning for den enkelte borgers mulighed for tage stilling til den måde, teknik og naturvidenskab anvendes på. For at kunne skelne imellem det teknisk-faglige lag, der kræver ekspertviden, og det politiske lag i et problemkompleks, må man have en vis forståelse for, hvad det er for en slags viden, de forskellige eksperter - principielt - kan besidde, og hvilke spørgsmål, det ikke er muligt at besvare på baggrund af tekniske, økonomiske eller naturvidenskabelige discipliner.

Selvom de antydede argumenter for en øget samfundsmæssig ligestilling mellem kønnene bør have konsekvenser for en overordnet uddannelsespolitik, så er det ikke netop denne diskussion der føres i almindelighed. Derimod tales der meget om beskæftigelsessituationen.

Det snævrere politisk-økonomiske perspektiv.

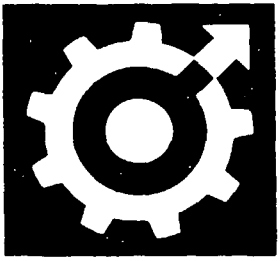
I den offentlige/politiske debat er det oftest økonomien, der tæller, og ikke ønsket om ligestilling mellem kønnene eller overordnede politiske formål som dem, vi har skitseret i de foregående afsnit! Det kan vel egentlig ikke overraske, og det "indrømmes" da også åbent f.eks. af de arbejdsmarkedsorganisationer, der ofrer millionbeløb på kampagner for at få pigerne til at "ændre holdning" til de tekniske uddannelser.

Beskæftigelsesproblemet har to sider: politikere og erhvervsorganisationerne forudser 1) at Danmark i lighed med en række andre lande vil komme til at lide under mangel på teknisk-naturvidenskabeligt kvalificeret arbejdskraft - samtidig med 2) at den nuværende tendens til stigning i specielt kvindearbejdsløsheden forstærkes.

Problemet med mangel på teknisk uddannet arbejdskraft kan tilsyneladende ikke løses gennem øget rekruttering af drenge eller mænd - derfor bliver pigernes afvisning af fysik og teknik et problem. (Dog ikke nødvendigvis for pigerne!)

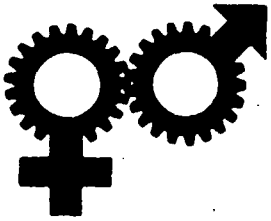
Problemet med den stigende kvindearbejdsløshed er ikke så let at afvise. Det er nemlig ikke alene en konsekvens af nedskæringspolitikken i dele af den offentlige sektor. Begrundelsen er også strukturel. Som en konsekvens af, at unge og yngre kvinders erhvervsfrekvens nu nærmer sig mændenes, vil arbejdsstyrken vokse i de kommende år, og 90 % af tilvæksten vil udgøres af kvinder. Selv uden nedskæringer vil det derfor være umuligt for alle kvinder at finde beskæftigelse i de traditionelle "kvindefag". Derfor har kvinderne et beskæftigelsesproblem, og det ser ud til at ville vokse. Da omskolingsmulighederne er begrænsede for de lidt ældre kvinder, vil det især blive et problem for pigerne og de unge kvinder.

Disse problemer behandles nærmere i kapitel 9 i forbindelse med en analyse af pigers og drenges valgmønstre i gymnasiet og konsekvenserne heraf.



Et logo medflere budskaber?

Hvis målet er at øge tilgangen til tekniske og naturvidenskabelige uddannelser, må man naturligt interessere sig for de mekanismer, der får en del elever - og i særlig grad piger - til at fravælge fysik, matematik eller naturvidenskabelige fag i almindelighed. I skolen og ikke mindst i gymnasiet sker der en sortering af eleverne i en gruppe, der har gode forudsætninger for at fortsætte i en teknisk eller naturvidenskabeligt funderet uddannelse, og en anden gruppe, der ikke har disse forudsætninger, og som kun vanskeligt vil kunne erhverve sig disse på et senere tidspunkt. Tilgangen til de tekniske videreuddannelser er herved begrænset på trods af tilstrækkelig uddannelseskapacitet og gode beskæftigelsesmuligheder. I rapporten "Handlingsplan -- " fra Knud Larsen Udvalget (1985) taler man således i denne forbindelse om flaskehals-


En ide for J.A. ? (Fra sv. tidskr. "Ny Teknik",1982)

uddannelser, og man peger eksplicit på pigernes fravalg af uddannelser med matematik og fysik som en væsentlig ingrediens af problemet.

Målet er ikke "statistisk retfærdighed" mellem de to køn.

Vi har ovenfor skitseret flere forskellige synsvinkler, der hver for sig fører til, at pigernes afvisning af fysik i skolen og senere af teknisk-naturvidenskabelige uddannelser og erhverv kan opfattes som et problem. Udfra alle synsvinkler kan det være af betydning at få en bedre forståelse af kønspolariseringens mekanismer i skolen, herunder dens valgstruktur og undervisningstradition. Alligevel er der også forskelle mellem hvad man - i lyset af de forskellige problemopfattelser - vil opfatte som tilfredsstillende ændringer.

I lyset af beskæftigelsesproblemet er det af interesse at forskellene i mænds og kvinders valgmønstre formindskes - i alt fald så meget, at det truende kvindearbejdsløshedsproblem formindskes og manglen på teknisk kvalificeret arbejdskraft afbødes. Derimod behøver det ikke ud fra denne synsvinkl, at være noget problem, hvis det skulle gå sådan, at kvinder hovedsageligt - og mere eller mindre ufrivilligt - overtager jobs på lav- og mellemniveau eller i bestemte sektorer. Altså sådan som udviklingen blev efter kampagnerne for øget teknisk kvalificeret arbejdskraft i 1950'erne, med begrænset indflydelse og betydelig risiko for senere arbejdsløshed for kvinder som konsekvens! I Steffen Møller Udvalgets rapport (1986) beskrives de historiske erfaringer fra 1960'erne dog i andre vendinger:

> "- de hjemmearbejdende kvinder kom i stort tal ud på arbejdsmarkedet, og det viste sig at være en meget fleksibel og anvendelig arbejdskraft." (s.16).

Til sammenligning med stilen i den aktuelle debat har vi indrammet et par citater fra Teknikerkommissionens rapport fra 1959:

"Det er kommissionens almindelige opfattelse, at udbudet af teknisk og naturvidenskabelig arbejdskraft vil blive en væsentlig bestemmende faktor for landets økonomiske udvikling.

Med de begrænsede råstofforekomster og manglen på naturlige kraftkilder kan vi kun forøge vor konkurrenceevne og dermed sikre den nødvendige udvidelse af vor eksport ved en dygtiggørelse af den menneskelige produktionsfaktor og ved at leve op til den højeste standard på de tekniske og kommercielle områder.

Alle skranker for tilgangen af kvalificerede og interesserede mænd og kvinder til uddannelse og videreuddannelse bør fjernes."

(s.17)

"En kvantitativt og kvalitativt tilstrækkelig tilgang til de tekniske uddannelser forudsætter, at børn og unge i og uden for skolen får en levende orientering om naturvidenskabelige og tekniske problemer og om de opgaver og muligheder, som er til stede for dem, der melder sig til uddannelser på disse områder. Dette gælder ikke mindst de unge piger, som af traditionelle grunde i mindre grad end den mandlige ungdom søger en naturvidenskabelig eller teknisk uddannelse."

(s.21)

Udfra den individuelle synsvinkel er det af betydning, at den enkelte pige har frihed til at prøve sig selv af og til at forfølge personlige interesser og ambitioner. I forhold til fysik og teknik på forskellige uddannelsesniveauer er det derfor vigtigt, at piger ikke blokerer eller "blokeres", med uvidenhed og personlig nederlagsfølelse som resultat. Der er derimod ingen grund til at fastsætte som mål, at pigers og drenges præferencer skal være nøjagtig ens!

Udfra den generelle samfundsmæssige synsvinkel er det et mål, at kvinders og mænds potentialer udnyttes bedst muligt på alle samfundsniveauer, og at begge køn herved sikres indflydelse på udviklingen. Et egentligt demokrati forudsætter, at alle uanset køn opnår en vis almen viden og forståelse af tekniske og naturvidenskabelige forhold. - Alligevel er målet heller ikke her statistisk "millimeterretfærdighed" mellem mænd og kvinder!

En påvist statistisk skævhed mellem kønnene mht. interesser, erhvervsmæssig placering eller andet kan være et symptom på en uønsket forskel i indflydelse og muligheder for kvinder og mænd. Men det kan også være kvinders (eller mænds) sunde afvisning af arbejdsvilkår eller andet, der ligger bag. Spørgsmålet kan kun afgøres gennem en nærmere analyse, og endda er det ikke altid enkelt at drage konklusioner heraf. En i sig selv velbegrundet afvisning blandt kvinder (eller mænd) af bestemte uddannelser eller erhverv har jo ikke nødvendigvis som konsekvens, at forholdene ændres i den ønskede retning.

1.3. OM VORES PROJEKT: DETS FORMÅL OG METODER.

I vores eget projekt har vi specielt analyseret gymnasiets fysikundervisning, og i de fleste af kapitlerne nedenfor tager vi netop udgangspunkt i en statistisk påvisning af forskelle i pigers og drenges interesser, valg og præstationer. I de sammenhænge, hvor vi ikke kan se nogen positiv begrundelse for de konstaterede kønsforskelle, ønsker vi naturligvis at ændre på de bagved liggende mekanismer. Men det drejer sig for os i ligeså høj grad om at drage konstruktive konsekvenser for undervisningen af de kønsforskelle, der ikke bør eller kan ændres.

Vi har formuleret formålet med projektet således:

> Projektets formål er at undersøge årsagerne til, at fysikundervisningen virker ekstremt kønspolariserende, og om muligt at pege på, hvordan dette kan ændres.
>
> Gennem en analyse af den daglige undervisningssituation i 1.g ønsker vi at belyse samspillet mellem undervisningens form og indhold og elevernes kønsspecifikke forudsætninger, af såvel kognitiv som affektiv art. Specielt ønsker vi at undersøge:

(1) Betydningen for henholdsvis pigers og drenges motivation og indlæring af, at fysikkens emner relateres til forskellige typer af anvendelser og perspektiver.

(2) Forhold, der kan forklare kønsmæssige forskelle i forbindelse med problemløsning og indlæring af begreber og teori.

Endvidere er det et formål med arbejdet:

(3) At formidle projektets erfaringer og resultater i og uden for gymnasieskolen, for derved at stimulere debatten om problemet og inspirere til yderligere udviklings- og forskningsarbejde.

Vi skal nedenfor (afsnit 1.4) komme nærmere ind på hvilke spørgsmål og analyser, vi har arbejdet med, og på hvordan disse emner afspejler sig i indholdet af de følgende kapitler. Først vil vi kort beskrive projektets arbejdsform og karakteren af vore empiriske resultater.

Projektets arbejdsform.

Vi har først og fremmest arbejdet tæt på den daglige undervisning i fysik og matematik. Hver af de tre 1.g-klasser, som vi har fulgt, har således haft en af os som fast observatør, og arbejdet har bygget på et tæt samarbejde (gennem hele 1.g) mellem observatøren og den eller de lærere, der underviste klassen i matematik og fysik. Observatøren har været til stede i en meget stor del af disse timer, og i enkelte tilfælde har hun også overværet klassens timer i andre fag.

Det har været vigtigt for os fra starten at understrege, at det ikke var læreren, der var genstand for undersøgelsen. Alligevel har denne arbejdsform krævet personligt mod af de involverede lærere, som skulle acceptere tilstedeværelsen af en anden person, som endda interviewede eleverne om deres syn

på undervisningen. Dette har kun kunnet lade sig gøre med dygtige og åbne lærere, der selv var engageret i problemerne. Til gengæld melder alle deltagende lærere i og uden for den egentlige projektgruppe om stort personligt udbytte af samarbejdet.

En anden vigtig forudsætning har været, at alle deltagere har haft praktisk undervisningserfaring fra gymnasiet. Der har altså ikke været tale om, at "en forsker" er kommet udefra på besøg i enkelte timer. På den anden side mener vi, at det har været ligeså vigtigt, at vi - og eleverne - hele tiden har kunnet skelne mellem 1) læreren, der havde ansvaret for undervisningen, karaktergivningen osv., og 2) observatøren, der kunne opnå mere uformelle eller personlige oplysninger, uden at disse gik videre til "systemets" repræsentanter.

I nogle tilfælde benyttede læreren undervisningsmateriale eller prøveopgaver udarbejdet af eller i samarbejde med projektgruppen, men det meste af tiden forløb undervisningen som sædvanligt.

Observatøren har interviewet samtlige elever i klassen - både piger og drenge - i grupper på 3-4 elever, og omkring halvdelen af eleverne endnu engang i slutningen af 1.g. Pigerne i vores forsøgsklasser er blevet interviewet igen i 2.g, bl.a. om deres erfaringer på grenholdene. Interviewene blev optaget på bånd og senere udskrevet.

Kvantitative resultater.

Hen gennem 1.g og en enkelt gang i 2.g besvarede eleverne spørgeskemaer om planer for grenvalg og videreuddannelse, syn på fag og undervisning samt tests, der skulle vise graden af forståelse i bestemte emner. Resultaterne herfra indgår sammen med elevernes besvarelser af de almindelige hjemmeopgaver og prøver i det materiale, vi konkluderer på i de følgende kapitler. I nogle tilfælde har vi kunnet supplere med resultater fra vores pilotprojekt i en enkelt 1.g-klasse året før, og vi kommer herved op på en population på ca. 100 elever.

Alligevel er dette antal elever ikke tilstrækkeligt til en mere omfattende kvantitativ analyse. Klasserne har naturligvis ikke haft samme vilkår, bl.a. har de haft forskellige lærere og tilhørt forskellige skoler. Men det har også været tydeligt, at de tre klasser har været forskellige hvad angår pige- og drengegruppen. I nogle situationer har klasserne reageret så forskelligt på undervisningen, at vi ikke har kunnet drage klare konklusioner. Dette er ikke nødvendigvis et negativt resultat. Hvis vi alene havde opgjort elevsvarene totalt for den samlede population, ville der være fremkommet et enklere, men formodentligt mindre rigtigt resultat. Ved også at se på enkeltpersoner og på de enkelte klasser bevaredes den variation, der nu engang karakteriserer den pædagogiske virkelighed.

Vi er overbevist om, at der ikke alene er tale om statistisk spredning, men også om mere fundamentale vanskeligheder ved at drive "klasserumsforskning". Det er jo et yderst dynamisk og mangedimensionalt system, der undersøges. Derfor har vi også valgt at lægge vægt på relative ændringer i elevers eller gruppers respons hen gennem forløbet.

Som illustration af vanskelighederne ved at drage absolutte konklusioner, skal følgende fremhæves: Den ene klasse havde flertal af piger, hvoraf en del var relativt dygtige. En anden klasse havde omvendt flertal af drenge, og pigernes præstationer var her svagere end i den første klasse. Endelig havde den tredje klasse lige mange piger og drenge, og der var ofte mindre præstationsforskelle mellem piger og drenge i denne klasse. De omtalte præstationsforskelle gjaldt både de særlige tests, vi gav eleverne fra starten af projektet, og det almindelige skolearbejde i løbet af skoleåret. Selvom vi gennem projektet var særligt opmærksomme på faren, kan det naturligvis ikke udelukkes, at lærerens tidligt dannede forventninger til de forskellige elever var med til at fastholde dette resultat. Endnu mere oplagt er det imidlertid, at de forskellige klasser har givet anledning til forskelle i den almindelige forventning - blandt eleverne - til en piges præstationer

og interesser, og til den enkelte piges forventninger til sig selv. De forskelle, der karakteriserede klasserne fra starten, kan herved være blevet forstærket.

Kvalitative metoder.

Nu kan det jo ikke komme bag på erfarne lærere, at eleverne og klasserne er forskellige, og på forhånd var vi skeptiske over for at lægge os fast på en opdeling af pigerne eller eleverne i almindelighed i bestemte typer eller kategorier. I øvrigt har vi fra starten gjort det klart (f.eks. i vores projektansøgning), at projektet mere havde til formål at opstille hypoteser end at foretage en endelig afprøvning af allerede opstillede teorier/forklaringer. Derfor har vi også lagt stor vægt på kvalitative metoder: observationer og interviews, der resulterer i dagbogsnotater og lange interviewudskrifter, som det er vanskeligt at bearbejde entydigt. Det, vi kan videre-bringe, er primært vores fortolkning af forløbet, som udgangspunkt for en mere teoretisk analyse, der forsøger at forklare disse "resultater" eller give problemerne nye formuleringer.

Vi har lagt et meget stort arbejde i at samarbejde de forskellige kilder til oplysninger om eleverne og deres reaktion på undervisningen ved at skrive omfattende "portrætter" af individuelle elever, mindre beskrivelser af de enkelte 1.g-klasser og af eleverne på de enkelte grene på den matematiske linie. Arbejdet med disse beskrivelser har givet os et mere bevidst og nuanceret billede af "vore elever" end vi ellers kunne have opnået, og er hermed en forudsætning for de konklusioner, vi drager eller netop ikke drager i det følgende.

Et af vore "resultater" er, at vi heller ikke undervejs fandt belæg for en opdeling af eleverne i en overskuelig typologi. Vi overvejede derfor en overgang at præsentere nogle mere nuancerede "elevbilleder" i form af en omskrivning af de autentiske elevportrætter, men vi måtte opgive bl.a. af tidsmæssige grunde.

Om vores brug af elevcitater.

Når vi mange steder i de følgende kapitler anvender forskellige elevcitater, skal det alene opfattes som illustrationer af vores pointer. Vi har i hvert tilfælde valgt citater, der efter vores mening er karakteristiske for elevernes synspunkter i den pågældende sammenhæng, men der er IKKE tale om nogen DOKUMENTATION gennem disse løsrevne citater.

Teoriudvikling og inspiration fra andres arbejde.

Interessen for forsknings- og udviklingsprojekter, der vedrører problemerne om pigers/kvinders forhold til teknik og naturvidenskab, er vokset enormt i Danmark og verden over i de sidste 5-10 år.

Gennem deltagelse i internationale konferencer og ved læsning af artikler og rapporter har vi forsøgt at udkrystallisere de resultater og synsvinkler fra andres arbejde, som har kunnet anvendes til bearbejdning af de spørgsmål, vi har valgt at fokusere på.

Der er rapporteret meget udmærket og relevant arbejde, men kun en mindre del heraf har et sigte, der gør det anvendeligt i vores projekt. De resultater fra andres projekter, som vi i de følgende kapitler præsenterer som støtte for eller til diskussion af vor egen analyse og teoretiske forståelsesramme, vil derfor også omfatte undersøgelser vedrørende tidligere skoletrin eller andre fag, som matematik eller "science" i almindelighed.

En af de forskelle, der slår igennem i projekterne fra forskellige lande, vedrører uddannelsesstrukturen - specielt hvilke fag, der kan vælges til eller fra i ungdomsårene. I England, Norden og en række andre lande opfattes fysik som det "filterfag" i skolen, der er af særlig betydning for de reelle muligheder for senere at fortsætte i bl.a. tekniske og naturvidenskabelige uddannelser (se nærmere i kapitel 9). I USA, derimod, ser det ud til at være matematik, der har denne funk-

tion, og som diskussionerne og forskningsprojekterne derfor i særlig grad fokuserer på.

1.4. OVERSIGT OVER RAPPORTENS INDHOLD.

For oversigtens skyld har vi inddelt rapporten i fire hovedafsnit indrammet af introduktions- og afslutningskapitlerne (kapitel 1 og kapitel 10).

I del I og II er udgangspunktet FAGET: dets indhold og faglige krav vurderet i forhold til elevernes forudsætninger. Nogle af kapitlerne (især kapitel 3, 5 og 6) er præget af mange konkrete eksempler fra fysikundervisningen, men de bagved liggende spørgsmål kan formodentligt generaliseres til andre fag.

I del III og IV er udgangspunktet ELEVERNE: pigers og drenges socialisationsbaggrund, og kønsforskelle i elevernes reaktioner på pædagogik og uddannelsesstruktur.

- * -

Del I: handler om (fysik)undervisningens kognitive krav og elevernes muligheder for at honorere disse krav.

Kapitel 2: Som indledning undersøges hvilke fag og hvilke dele af fag, der i særlig grad giver anledning til forskelle i pigers og drenges præstationer. Dokumentationen består dels af en analyse af danske gymnasieelevers karakterer, dels af resultater fra (fortrinsvis udenlandske) undersøgelser på grundlag af bl.a. særlige tests.

Det påvises, at fysik langt fra er det eneste skolefag, hvor der er kønsforskelle i præstationer. En række resultater peger dog på, at der inden for de naturvidenskabelige fag er særlige problemer omkring de dele af fysikken, som man

kunne kalde "fagets hårde kerne". De emner/problemtyper, der i almindelighed er vanskelige for eleverne, synes at være særligt vanskelige for piger. Mulige forklaringer herpå diskuteres i kapitel 4, men først foretages der i:

Kapitel 3: en undersøgelse af hvad det mere præcist er, der er det svære i fysikundervisningen - uanset elevernes køn. Specielt analyseres karakteren af de kognitive krav i 1.g-undervisningen ved hjælp af Piagets beskrivelse af den konkret operationelle og den formelt operationelle tænkemåde. Denne analyse konkretiseres med mange faglige eksempler fra 1.g-fysikken, men det omtales også, at der findes lignende krav om formel tænkning i andre fag, f.eks. fremmedsprog. Vi tager en række vigtige forbehold i forbindelse med vores anvendelse af Piagets teorier om de kognitive stadier.

På baggrund af en række undersøgelser påvises det, at de faglige krav i 1.g ikke harmonerer med elevernes faktiske forudsætninger, og konsekvenser heraf for undervisningens tilrettelæggelse diskuteres.

Kapitel 4: Herefter er scenen sat for behandlingen af et af projektets (del)problemer: "at undersøge forhold, der kan forklare kønsmæssige forskelle i forbindelse med problemløsning og indlæring af begreber og teori" - fysikkens "hårde kerne". Eller med andre ord: hvorfor er det vanskelige i fysik (og andre fag) særligt svært for piger?

Det postuleres, at piger på grund af kønsforskelle i socialisationen udvikler en anden indlæringsstil end drenge. Pigerne udviser i mindre grad den form for selvtillid og autonomi, der er nødvendig for meningsfuld indlæring af teoretisk stof og for udvikling af evnen til selvstændig problemløsning.

Som konsekvens heraf diskuteres behovet for en ændret undervisningsstil, som i højere grad kan udvikle alle elevers selvstændighed.

Der antydes en mulig sammenhæng med generelle forskelle i pigers og drenges udviklingsproces mod en egentlig personlig identitet. Igen er vi med udgangspunkt i fysikundervisningens problemer endt op med en diskussion af meget generelle spørgsmål.

Del II: Handler om betydningen af emnevalget og undervisningsstoffets organisering og præsentation i forhold til elevernes interesser og forudsætninger i øvrigt.

Kapitel 5: refererer forskellige teorier for undervisningstilrettelæggelse, som sigter på at forøge elevernes indlæring af kognitivt krævende stof. Udgangspunktet er problemanalysen i kapitel 3, og målet er bl.a. at understøtte udviklingen af elevernes evne til formel tænkning.

Vi beskriver teorier, der specielt behandler undervisningen i naturvidenskabelige fag, og hvor det er muligt, inddrages faglige eksempler i behandlingen. Alligevel håber vi, at det vil være muligt at drage paralleller til andre fag. - Specielt omtales Ausubels teori for meningsfuld indlæring.

Kapitel 6: tager udgangspunkt i elevernes motivation, specielt de forskelle, der er mellem pigers og drenges oplevelse af, hvad der er interessant og vigtigt.

Den historiske baggrund for undervisningstraditionen i fysik og for de aktuelle reformbestræbelser opridses. Det danske reformarbejde er i overensstemmelse med den internationale tendens til at

organisere undervisningen omkring temaer, der klarere viser fysikkens praktiske anvendelser og samfundsmæssige betydning - samtidigt med at det i højere grad bliver muligt at tage udgangspunkt i elevernes personlige erfaringer.

Med udgangspunkt i danske og udenlandske undersøgelser af pigers og drenges præferencer diskuterer vi kravene til et mere "pigevenligt fysikpensum". De refererede undersøgelser er imidlertid ikke tilstrækkelige: Det er nødvendigt med konkrete afprøvninger af forskellige undervisningsforløb.

Vore egne erfaringer med tre temaforløb i fysik i 1.g beskrives, og der redegøres for pigernes og drengenes reaktioner herpå.

- * -

Allerede i kapitel 3 beskrev vi eksempler på de vanskeligheder i forbindelse med begrebsforståelse og problemløsning, som vi oplevede i temaet "Jordens energibalance og klima". Hermed har vi behandlet et andet programpunkt i vores projekt, nemlig ønsket om: "at undersøge betydningen for henholdvis pigers og drenges motivation og indlæring af, at fysikkens emner relateres til forskellige typer af anvendelser og perspektiver."

- * -

Del III: handler om forholdet mellem kønsroller og pædagogik.

Kapitel 7: De almindeligste forklaringer på, hvordan den enkelte under opvæksten overtager eller indlærer samfundets kønsrolleforestillinger, skitseres. Kønsrollerne har betydning i undervisningen, men samtidig medvirker interaktionerne i klassen til at forstærke forskellen mellem pigernes og drengenes adfærd. Resultatet for pigerne er af andre forfattere blevet beskrevet som "systematisk indøvelse af mindreværd".

Piger og drenge har overensstemmende opfattelser af, hvad det er passende for henholdvis piger og drenge at beskæftige sig med, men drengene er endnu mere kønsstereotype end pigerne. Også lærere har forskellige forventninger til de to køn, herunder forskellig opfattelse af, hvor vigtigt det er for hhv. piger og drenge at lære naturvidenskab.

Kapitel 8: I dette kapitel diskuteres mulighederne for en pædagogisk tilrettelæggelse, som i højere grad stimulerer både pigers og drenges selvtillid og selvstændighed. I forlængelse af diskussionerne i kapitel 4 og 6 anses det for afgørende at arbejde bevidst med samspillet mellem de følelsesmæssige og de mere intellektuelle reaktioner i indlæringen.

Inspireret af "den konfluente pædagogik" har vi gjort forsøg med anvendelse af fantasirejser i undervisningen. Konkrete erfaringer med dette og andre måder at inddrage elevernes egne forestillinger og oplevelser ved introduktionen af nye undervisningsemner beskrives og diskuteres.

Ikke alene læreren men også den enkelte elev må bevidstgøres om de affektive aspekter af indlæringen, og her henter vi inspiration fra amerikanske erfaringer med kurser, der skal hjælpe studerende, der i særlig grad lider af angst og blokering over for matematik eller naturvidenskab.

Del IV: handler om betydningen af uddannelsesstrukturen og om kønsforskelle i valgmønstre og i begrundelser for valg.

Kapitel 9: Beskæftigelsesproblemet opridses som baggrund for den store offentlige interesse i pigernes uddannelsesvalg. Gymnasiestrukturen og de valgsituationer, som eleverne placeres i, har som resultat, at piger og drenge efter gymnasiet står med forskellige muligheder for at vælge videreuddannelse og erhverv. Skolefaget fysik spiller her en særlig rolle.

Den historisk statistiske udvikling i pigers og drenges valg af linie og gren i gymnasiet beskrives, og sammenhængen mellem grenvalg og karakterer belyses.

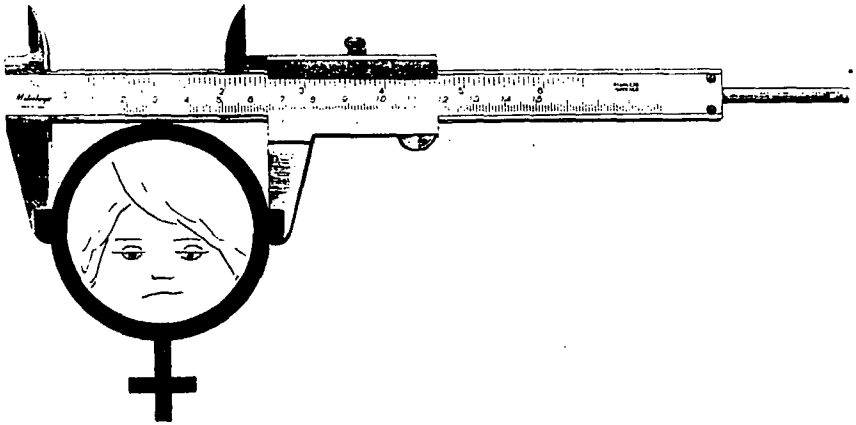
Vi redegør nærmere for udviklingen i grenvalgsplaner i vore projektklasser hen gennem 1.g, og for de begrundelser, som hhv. piger og drenge har angivet. På baggrund af spørgeskemabesvarelser og interviews beskriver vi ligeledes nogle karakteristiske forskelle i indstillingen til skole og fag for eleverne på de forskellige matematiske grene.

Selve uddannelsesstrukturen har indflydelse på elevernes opfattelse af de alternativer, som de skal vælge mellem. På baggrund af norske erfaringer diskuteres de mulige konsekvenser af den forestående gymnasiereform, der træder i kraft fra august 1988.

Pigers og drenges uddannelsesvalg er præget af de kønsrollebestemte forventninger til de to køn. Ligesom ved indlæringsprocesserne synes faktorer som autonomi og selvtillid, hhv. behov for bekræftelse at spille ind. På denne baggrund diskuteres den rolle, som studievejledningen i gymnasiet spiller.

- * -

Kapitel 10: I denne afslutning skitserer vi sammenhængen mellem de emner, der har været behandlet i de foregående kapitler, og de vigtigste konklusioner fremhæves. Vi vurderer også betydningen af den forestående gymnasiereform for problemet "piger & fysik". Vi peger endvidere på nogle problemer og perspektiver for et fortsat arbejde med de rejste spørgsmål. Specielt nævner vi behovet for en mere detaljeret forståelse af det forhold, at kvinder i en række lande vælger teknisk-naturvidenskabelige fag og uddannelser i meget højere grad end tilfældet er i Nordvesteuropa og USA.



Del I:

INDLÆRING AF BEGREBER OG TEORI.

KAPITEL 2.

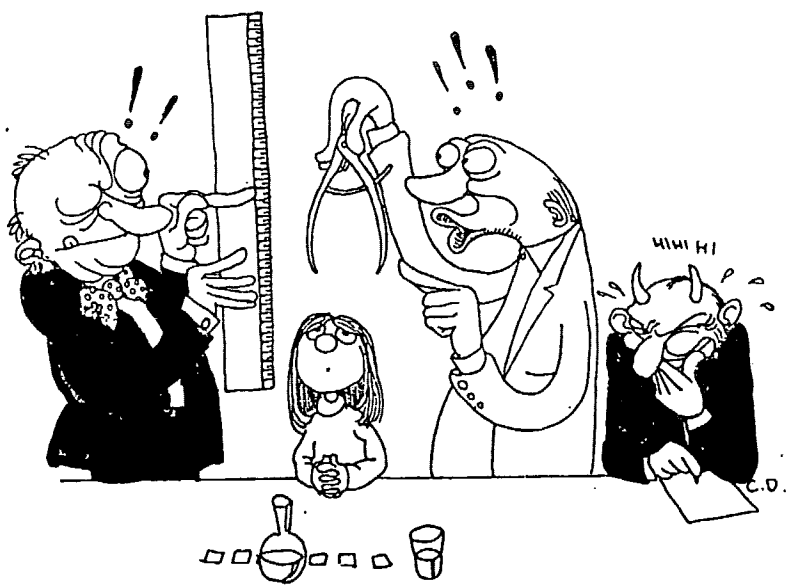
Kønsforskelle i præstationer -i fysik og andre fag.

2.1. INTRODUKTION.

Piger klarer sig dårligere end drenge i fysik! Allerede i begyndelsen af 1970'erne blev dette fastslået gennem en stor undersøgelse udført af IAE (International Association for Evaluation of Educational Achievement). Skoleelever i alderen 10, 14 og 17 år i 19 forskellige lande blev testet bl.a. i biologi, kemi, og fysik (Comber & Keeves 1973; Kelly 1978). Resultaterne viste små og inkonsistente kønsforskelle i besvarelserne af biologiopgaverne og konsistente men stadigt små forskelle i kemi. I fysiktesten, derimod, scorede drenge klart højere pointtal end piger, og forskellen var statistisk signifikant for hvert enkelt land og hver aldersgruppe.

Resultatet var klart, men hvad er egentlig årsagen, og hvad skal man gøre ved det ? Undervisningen er naturligvis ikke identisk i de forskellige lande, og det fælles mønster i resultaterne kan derfor næppe forklares ved henvisning til pensum eller undervisningsformer. På den anden side var der faktisk store forskydninger mellem de forskellige landes præstationer, selv om man havde forsøgt at formulere spørgsmålene, så intet lands elever på forhånd blev favoriseret. Japanske piger scorede således højere i fysik end drenge fra bl.a. USA, Sverige og England. Noget kunne altså alligevel tyde på, at undervisningstraditionen spiller ind, måske sammen med mere generelle kulturforskelle.

Inden for de sidste 5-10 år er der i flere lande gennemført store "nationale" undersøgelser, der søger en mere præcis beskrivelse af hvilke emner, færdigheder og opgavetyper, der i særlig grad stiller piger og drenge forskelligt. Ved at sammenholde testbesvarelserne med elevernes forhåndserfaringer og interesser håber man at komme nærmere mod en forklaring af mekanismerne bag kønsforskellene. Vi vil omtale flere af disse projekter i afsnit 2.3. De omfatter typisk 11-16-årige elevers forhold til de naturvidenskabelige fag, og hver gang findes de største kønsforskelle i fysik. Ved den almindelige karaktergivning og lærerens sædvanlige prøver findes normalt ingen kønsforskel på disse klassetrin (Lie & Sjøberg 1984; Haggerty 1987). Årsagen er formodentlig, at der her lægges vægt på gengivelse af kundskaber, mens der ved de særlige tests lægges større vægt på egentlig forståelse af fagets begreber m.v.



Danske gymnasieelever er noget ældre, og de møder i højere grad krav om begrebsforståelse i den daglige undervisning. Vi har derfor fundet det relevant at tage udgangspunkt i en undersøgelse af pigers og drenges års- og eksamenskarakterer i

gymnasiet. Herved bliver det samtidigt muligt at foretage sammenligninger mellem kønsforskelle i naturvidenskab og i gymnasiets øvrige fag.

2.2. PIGERS OG DRENGES KARAKTERER I GYMNASIET.

Vi er ikke uvidende om, at der kan stilles kritiske spørgsmål til skolens karaktergivning, som f.eks.: hvad er det egentlig der måles ? - og hvordan kan alle kvalitative og kvantitative aspekter af elevens indsats måles på en 1-dimensional skala?

I den daglige undervisning får den enkelte elev naturligvis en mere detaljeret feed-back på sit arbejde fra læreren og fra andre elever. Vi skal senere omtale undersøgelser, der viser, at en del af denne feed-back er ubevidst og følger et kønsspecifikt mønster, som formodentlig har indirekte indflydelse på pigers og drenges præstationer.

Trods disse problemer mener vi, at gymnasiets karakterer (bl.a.) giver et mål for elevens præstationer i det pågældende fag. Under alle omstændigheder fungerer karaktererne som skolens officielle meddelelse om værdien af elevens indsats, og herved præger karaktererne de fremtidige forventninger, som eleven har til sig selv, og som lærere og andre har til den pågældende.

Resultater fra AUC-undersøgelserne.

Ved Aalborg Universitetscenter er gennemført en undersøgelse af karakterer for 3000 elever fra 20 gymnasier fra hele landet, valgt så de er statistisk repræsentative (Jensen & Møller Pedersen 1985). Detaljerede oplysninger om årskarakterer efter 1.g og 3.g samt studentereksamenskarakterer fordelt på køn, linier og grene er aftrykt i bilag A (fra Hermann & Høj 1987). På grundlag heraf har vi beregnet forskellen mellem pigers og drenges karakterer i en række fag (i 3.g.). Resultaterne fremgår af de følgende tabeller.

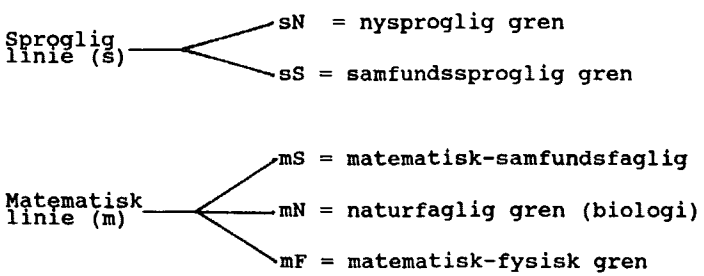
Tabellen i figur 2.1 viser karakterforskellene på den matematiske linie i grenenes hovedfag og i de øvrige naturvidenskabelige fag.

Pigerne klarer sig generelt bedre end drengene i matematik, med skr. eksamen på mF-grenen som eneste undtagelse. Også i kemi får pigerne stort set højere karakterer end drengene. Geografi udviser kun mindre kønsforskelle i årskarakteren, men ved eksamen på mN- og mS-grenen får drengene højere karakterer end pigerne.

Resultaterne for de grenbærende fag: hhv. fysik, biologi og samfundsfag, vises nederst i skemaet. Her er det klart drengene, der er foran, og i skr. fysik, skr. biologi og skr. samfundsfag gælder dette i højere grad ved eksamen end i årskarakter. Pigerne klarer sig relativt bedre i mdtl. fysik og biologi på de grene, hvor fagene ikke er på højt niveau.

Gymnasiets linier og grene:

Vi refererer overalt til den gymnasiestruktur, der er gældende frem til august 1988. Ved indgangen til gymnasiet skal eleverne vælge mellem den sproglige og den matematiske linie. Hver linie opdeles i 2. og 3.g i en række grene. I dette kapitel skelner vi alene mellem de største grene på hver linie, og vi benytter forkortelser som skitseret på figuren:



Mange skoler tilbyder flere grene end disse, f.eks. idrætsfaglig (mI), kemisk (mK) eller musisk (sM, mM) for at nævne nogle, som vore projektelever kunne vælge imellem.

Matematisk linie

	mF	mN	mS
mdtl.mat. årsk.	0,14	0,21	0,30
eksk.	0,39	0,33	0,19
skr.mat. årsk.	(0,002)	0,09	0,41
eksk.	-0,27	0,09	0,15
mdtl.fysik årsk.	-0,11	-0,08	0,15
eksk.	-0,09	0,16	-0,26
skr.fysik årsk.	-0,24		
eksk.	-0,87		
mdtl.biol. årsk.	0,41	-0,15	(0,004)
eksk.	0,17	-0,42	0,28
skr.biol. årsk.		-0,13	
eksk.		-0,40	
mdtl.samf. årsk.			-0,30
eksk.			-0,24
skr.samf. årsk.			0,04
eksk.			-0,18
kemi årsk.	0,21	-0,09	0,09
eksk.	0,22	0,19	0,28
geografi årsk.	0,12	-0,10	0,10
eksk.	0,20	-0,63	-0,47

Figur 2.1 Pigernes karaktergennemsnit minus drengenes i de grenbærende og de naturvidenskabelige fag på den matematiske linies grene. Års- og eksamenskarakterer i 3.g.

Tabellen i figur 2.2 (næste side) viser karakterforskellene på den sproglige linie.

I de "hårde sprogfag" - engelsk, tysk (og latin på sN) - og i samfundsfag på sS, klarer drengene sig bedre end pigerne, og

karakterforskellene er gennemgående større end dem, vi fandt på den matematiske linie. Igen er der altså store forskelle i drengenes favør i fagene på højt niveau.

Sproglig linie:

sN		sS	
skr.eng.		skr.samf.	
årsk.	-0,58	årsk.	-0,42
eksk.	-0,96	eksk.	-0,71
mdtl.eng.		mdtl.samf.	
årsk.	-0,67	årsk.	-0,48
eksk.	-0,75	eksk.	-0,67
skr.tysk		skr.eng/ty	
årsk.	-0,91	årsk.	-0,64
eksk.	-0,83	eksk.	-0,87
mdtl.tysk		mdtl.eng/ty	
årsk.	-0,60	årsk.	-0,36
eksk.	-0,72	eksk.	-0,84
latin		latin	
årsk.	-0,22	årsk.	0,17
eksk.	-0,52	--	--

Figur 2.2 Pigernes karaktergennemsnit minus drengenes i de grenbærende fag på den sproglige linies grene. Års- og eksamenskarakterer i 3.g.

Det er altså ikke sådan, at pigerne har "overtaget" på den sproglige linie og drengene på den matematiske. Matematikerpigerne klarer sig bedre end matematikerdrengene i en del fag. Faktisk er det på den sproglige linie, at vi finder det største karakteroverskud for drengene! Dette fremgår tydeligt af figur 2.3, hvor vi skematisk har opregnet alle fag på de enkelte grene, hvor drengene får højere karakterer end pigerne.

Figur 2.3 viser igen, at drengene klarer sig bedre end pigerne i de grenbærende fag på alle grene. Mindst ligeså tydeligt er det imidlertid, at drengene klarer sig bedre end pigerne i

HISTORIE (og i eksamen i geografi) - dette gælder på alle grene undtagen mF!

mF	mN	mS	sN	sS
-	HIST	HIST	HIST	HIST
S.FYS	(m.bio)	m.sam	S.ENG	S.SAM
(s.mat)	(s.bio)	(s.sam)	M.ENG	M.SAM
	(geo)	(geo)	S.TY	S.ENG/TY
			M.TY	M.ENG/TY
			S.DA	s.da
			M.DA	m.da
			FRA/SPA	(geo)
			(latin)	
			(geo)	

Figur 2.3 Fag hvor drenge opnår højere karakterer end piger, for hver linie/gren.

Store bogstaver betyder større forskel, og ( ) markerer, at forskellen kun er væsentlig i eksamenskarakteren.

Der kan derfor være grund til at se nærmere på karakterforholdene i nogle af fællesfagene. Det har vi gjort i tabellen figur 2.4 på næste side, som udover historie og geografi omfatter nogle fag, hvori pigerne har højere karakterer end drengene. For hver gren er til sammenligning gentaget værdierne for skriftligt grenbærende fag.

Specielt skal vi pege på tredie fremmedsprog fransk/ spansk, hvor pigerne scorer klart højere end drengene (undtagen på sN). Pigernes karakteroverskud i fra/spa på mS-grenen er den største karakterdifferens, vi har fundet i dette materiale.

	Sproglig linie		Matematisk linie		
	sN	sS	mF	mN	mS
skr. dansk					
årsk.	-0,38	-0,29	0,77	0,28	0,59
eksk.	-0,47	-0,68	0,20	-0,03	0,18
mdtl. dansk					
årsk.	-0,36	-0,18	0,70	0,02	0,44
eksk.	-0,95	-0,18	0,26	0,03	0,46
historie					
årsk.	-0,98	-0,65	0,16	-0,56	-0,64
eksk.	-1,03	-0,74	0,24	-0,56	-0,69
geografi					
årsk.	-0,04	-0,17	0,12	-0,10	0,10
eksk.	-0,27	-0,60	0,20	-0,63	-0,47
mdtl. mat.					
årsk.	-0,04	-0,14	0,14	0,21	0,30
eksk.	0,58	0,34	0,39	0,33	0,19
fra/spa					
årsk.	-0,28	0,10	0,94	0,66	0,76
eksk.	-0,87	0,35	0,98	0,79	1,27
skr.grenfag:	s.eng:	s.sam:	s.fys:	s.bio:	s.sam:
årsk.	-0,58	-0,42	-0,24	-0,13	0,04
eksk.	-0,96	-0,71	-0,87	-0,40	-0,18

Figur 2.4 Pigegennemsnit minus drengegennemsnit af karakterer i 3.g, års- og eksamenskarakterer. (Næsten uændret fra Herman & Høj 1987).

Fortolkning i lyset af grenenes rekruttering.

Ved fortolkning af disse kønsforskelle i karakterer, må man tage forskellene i pigers og drenges linie- og grenvalg i betragtning. Finn Verner Jensen og Jens Møller Pedersen (1985) har nærmere beskrevet sammenhængen mellem elevernes køn, karakterer (i folkeskolen og i gymnasiet) og valg af linie og gren. En grundigere analyse må også inddrage sammenhængen mellem linie/grenvalg og elevernes sociale baggrund. Dette aspekt behandles i en tidligere AUC-rapport (Jensen & Winther 1980).

Når drengene på den nysproglige gren klarer sig bedre end pigerne, må dette vurderes på baggrund af, at denne gren vælges af en meget lille gruppe drenge, som generelt har høje karakterer allerede fra 1.g.

Den matematiske linie vælges rundt regnet af 50 % af pigerne mod 85 % af drengene i gymnasiet. Matematiker-pigerne har også højere karakterer med sig fra folkeskolen end drengene har (Jensen & Møller Pedersen 1985). På denne baggrund kan det ikke overraske, at pigerne her klarer sig bedre end drengene i mange fag, inkl. matematik.

De piger, der vælger mF-grenen, har særligt høje 1.g-karakterer i alle fag inkl. matematik og fysik, alligevel klarer de sig i 3.g dårligere end drengene i disse fag. Ja, faktisk har mF-pigerne (som den eneste gruppe) karakterer i hovedfagene, som er lavere end deres karaktergennemsnit.

I en tidligere rapport (Jensen & Winther 1980) er fagene på hver gren beskrevet som hhv. maskuline (eller feminine), hvis drenge (eller piger) i det pågældende fag har karakterer, der i forhold til det andet køns er væsentligt bedre end gennemsnitligt for alle fag. (Eksempel: de nysproglige drenge har højere karaktergennemsnit end de nysproglige piger. Hvis matematik skulle være et "neutralt" fag, skulle drengenes karakteroverskud i dette fag være af samme størrelse som for karaktergennemsnittet for alle fag. Det er det ikke. Drengene har kun et lille overskud i matematik-årskarakter, og pigerne har de højeste karakterer ved eksamen. På denne baggrund karakteriseres faget matematik som værende "stærkt feminint" på denne gren.) Forfatterne anvender et nærmere defineret matematisk mål til disse sammenligninger, men pointen er altså, at de direkte observerede kønsforskelle i de enkelte fag justeres for den pågældende elevgruppes karakterniveau i gennemsnit af alle fag. Det betyder, at drengenes karakterfordel på den sproglige linie "formindskes", mens pigernes efterslæb på den matematiske linie "forstærkes". F.eks. karakteriseres historie som et stærkt maskulint fag også på mF-grenen. Denne ældre undersøgelse behandler en anden population (eleverne på Nord-

jyske gymnasier, årgang 1976 og 1977), og der skelnes ikke mellem eksamens- og årskarakterer. Den resulterende karakteristik af fagene bringes i bilag A.

Tilbagestående problemer.

På baggrund af denne analyse af forskelle i pigers og drenges karakterer i gymnasiet vil vi fremhæve følgende spørgsmål:

* 1. Hvad er forklaringen på, at piger scorer lavere karakterer end drenge i alle gymnasiefag på "højt niveau" ? - og hvorfor er forskellen speciel stor ved eksamen ?

* 2. Hvad er forklaringen på drengenes markante karakteroverskud i historie på alle grene (på nær mF) ?

* 3. Hvorfor er skriftlig fysik på mF-grenen sværere end matematik, kemi og mundtlig fysik?

* 4. Hvad er forklaringen på, at mF-pigerne klarer sig dårligere end mF-drengene i skriftlig fysik og ved eksamen i skriftlig matematik, når de ligger højere end drengene i alle andre fag - inkl. historie ?

En nærmere analyse af pigers og drenges opgavebesvarelser ved studentereksamen i skriftlig fysik i de senere år (Mikkelsen 1987) har ikke kunnet udpege bestemte emner/typer af spørgsmål som årsag til mF-pigernes lavere karakterer - udover det klare mønster: at de spørgsmål, som i almindelighed er vanskelige, synes at give pigerne ekstra store problemer.

Ved Danmarks Tekniske Højskole har det vist sig, at der er klar korrelation mellem de studerendes studentereksamensgennemsnit og eksamenskarakteren i det introducerende matematikfag (Matematisk Analyse 1). Der er i dette fag ingen forskel mellem resultaterne for mandlige og kvindelige studerende i samme adgangskvotientinterval. En undersøgelse af karaktererne (for mF-studenter) i mekanisk fysik ved en enkelt eksamen sy-

nes derimod at tyde på, at kvindelige studerende her får en karakter, der er ca. 1 lavere end mandlige studerende i samme adgangskvotientinterval (Both 1986). Denne kønsforskel i karakterer er af samme størrelsesorden som den, der findes ved skriftlig studentereksamen i fysik - ikke mindre! Det ser altså ud til, at fysik bliver ved med at virke relativt vanskeligere for piger/kvinder, selv blandt de få og særligt motiverede, der vælger at studere på DTH.

I kapitel 3 vil vi forsøge at analysere, hvad det er, der gør fysik til et særligt svært fag - for både piger og drenge. Herved giver vi også et bud på et svar på spørgsmål 3 ovenfor.

I kapitel 4 vil vi herefter diskutere mulige årsager til at piger præsterer lavere karakterer end drenge - specielt i "fysik på højt niveau". Herved behandler vi altså spørgsmål 4.

Vi er ikke i stand til at give en besvarelse på de to første spørgsmål. Hvert fag har sine karakteristiske træk og sit "image", der er mere eller mindre i overensstemmelse med pigers og drenges interesser og forventninger. Alligevel kunne man overveje, om der er fælles elementer af forklaring på de kønsforskelle, man ser i fysik, historie, engelsk, tysk og andre fag på højt niveau ??

2.3. PIGERS OG DRENGES TESTRESULATER - ISÆR I FYSIK.

Som udgangspunkt for næste kapitels diskussion af de kognitive krav i fysikundervisningen vil vi kort resumere nogle resultater fra forskningsprojekter, der bygger på elevernes besvarelser af særligt udarbejdede testopgaver. Disse undersøgelser er foretaget i England, Canada, USA, Norge og Danmark, men giver resultater, der stemmer med forholdene i mange andre lande. Alligevel kan mønstret ikke uden videre antages at være universelt, idet der synes at være mindre eller ingen kønsforskelle i mænds og kvinders rekruttering til naturvidenskabelige uddannelser bl.a. i de østeuropæiske lande, de sydeuro-

pæiske og i visse asiatiske lande. Vi berører kort dette interessante fænomen og de mulige historiske og kulturelle forklaringer herpå i kapitel 10. I lande, hvor man ikke oplever et problem med kønsmæssige skævheder, foretager man imidlertid ikke de store undersøgelser af forskellene i pigers og drenges præstationer. Vi er således ikke bekendt med undersøgelser fra disse lande, der direkte kan sammenlignes med de nedenfor refererede.

British Columbia Science Assessment.

1978 gennemførtes i Canada projektet "The British Columbia Science Assessment" (Erickson & Erickson 1984). Samtlige elever på 4., 8. og 12. klassetrin (alder 9, 13 og 17 år) blev udsat for en række naturvidenskabelige testopgaver. Spørgsmålene omfattede emner fra biologi, kemi, fysik og "earth and space science". Derudover skelnede man mellem spørgsmål, der testede forståelse af naturvidenskabelig viden (herunder begreber), forståelse af den naturvidenskabelige arbejdsproces (herunder bl.a. klassifikation, målemetoder, variabelkontrol, fortolkning af data), evne til at anvende naturvidenskabelig viden samt endnu et par kategorier af færdigheder.

Med hensyn til kønsforskelle i besvarelserne fremhæver Erickson og Erickson to hovedresultater. For det første klarer drengene sig bedre end pigerne i spørgsmål, der ikke kan klares med reproduktion af naturvidenskabelig viden, men kræver forståelse af begreber og sammenhænge og evne til at kunne anvende faget, f.eks. til problemløsning. Tages der yderligere hensyn til fagområdet viser det sig, at der er meget små kønsforskelle i biologi, men forskellene vokser, når man går fra kemi over "earth/space science" til fysik. I de fysiske discipliner vokser kønsforskellen med alderen, mens dette ikke er tilfældet i biologi. Disse resultater er i overensstemmelse med resultaterne fra det tidligere omtalte internationale IAE-projekt og med en række undersøgelser gennemført i USA i 1970'erne (og senere) under betegnelsen "National Assessment of Educational Progress" (NAEP).

Den anden hovedkonklusion vedrører området "process skills" eller naturvidenskabelig/eksperimentel arbejdsmetode, hvor der ikke optrådte kønsforskelle i besvarelserne på noget klassetrin. Yderligere viste det sig, at opgaver, der testede "scientific literacy" (bl.a. evnen til at forstå og fortolke beskrivelser/diskussioner af emner med relation til naturvidenskab) kun udviste små og inkonsistente kønsforskelle. Disse sidste resultater, der giver nye informationer om kønsforskellene, er senere blevet bekræftet og udbygget gennem det engelske projekt, der nu skal omtales.

APU-science project.

En særlig forskningsinstitution, "The Assessment of Performance Unit", har siden 1975 gennemført en række undersøgelser af skoleelevers formåen i England, Wales og Nordirland. Et delprojekt behandler naturvidenskab, og i tilknytning hertil er der i hvert af årene 1980-84 gennemført store undersøgelser af præstationerne hos elever i alderen 11, 13 og 15 år (Johnson & Murphy 1986).

Disse engelske undersøgelser er (ligesom den canadiske) "proces-orienterede", og testspørgsmålene er udvalgt, så de dækker en række underkategorier eller delaspekter af naturvidenskabelig aktivitet, bl.a. planlægning af eksperimentelle undersøgelser, brug af måleinstrumenter, udførelse og fortolkning af observationer, benyttelse af grafer, tabeller og kort, fortolkning af forelagt information - og forståelse/anvendelse af naturvidenskabelige begreber. De 13- og 15-årige elever blev testet i den sidstnævnte kategori separat for biologi, kemi og fysik.

Hovedresultaterne vedrørende pigers og drenges præstationer er følgende (Johnson & Murphy 1986; Murphy & Qualter 1986): Ved 11-års alderen er der ingen signifikante kønsforskelle på fire ud af fem tests. Den eneste test, hvor drengene scorede højere end pigerne, var i kategorien "anvendelse af naturvidenskabelige begreber", og kønsforskellen var særlig stor i de spørgsmål, der havde relation til fysik. I 13-års alderen fik man

lignende resultater, idet drengene dog her klarede sig bedst i endnu en kategori: nemlig fortolkning af grafisk information. Ved 15 år klarede drengene sig signifikant bedre end pigerne på fire ud af syv testserier, herunder anvendelse af fysiske og kemiske begreber, anvendelse af symbolsk repræsentation og fortolkning af forelagt information.

I hvert af de fem undersøgelsesår viser det samme svarmønster sig: drengene scorer højere end pigerne, og de er specielt overlegne i opgaver, der viser forståelse af fysiske begreber eller kræver en "videnskabelig" forklaring på et fænomen - og kønsforskellen vokser med alderen!

Det sidstnævnte resultat kan tænkes at hidrøre fra forskelle i fagvalget. Fra det 13. år er de naturvidenskabelige fag valgfrie, og der er mellem to og tre gange så mange drenge som piger, der vælger fysik. Omvendt er der flere piger end drenge, der vælger biologi. I APU-projektet har man søgt at korrigere testresultaterne for denne forskel i kursusvalg og i deltagernes faglige forudsætninger i øvrigt. Udfra kønsforskellen i valgmønster skulle man forvente, at den samlede pigegruppe klarede sig bedre i biologitests og dårligere i fysiktests end den samlede drengegruppe. Resutaterne i fysik stemmer med denne forventning, men i biologi finder man kun små og inkonsistente kønsforskelle.

Ser man specielt på testresultaterne for den gruppe elever, der har gode forudsætninger, og som stadig læser fysik i 15-års alderen, så klarer drengene sig stadig bedre i fysik end pigerne gør. Forskellen er mindre end for hele gruppen af 15- årige, men dog af samme størrelsesorden som den, man fandt for yngre elever. Johnson og Murphy (1986) konkluderer: at den oprindelige kønsforskel i præstationer bevares/genfindes blandt drenge og piger med gode forudsætninger, som modtager samme høje undervisningsniveau i fysik, og forskellen øges i gruppen af elever, der fravælger fysik.

Sammenligning med danske resultater.

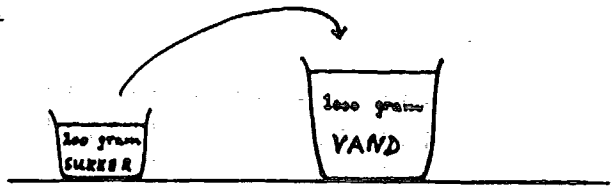
En sammenligning med danske forhold er interessant, bl.a. fordi til/fravalg af de enkelte naturvidenskabelige fag først optræder i en senere alder, d.v.s. i gymnasiet. Der findes dog ingen omfattende danske undersøgelser, hvis resultater umiddelbart kan sammenlignes med de engelske (og canadiske). Men de tidligere beskrevne kønsforskelle i eksamenskarakterer i skriftlig fysik i gymnasiet og på Danmarks Tekniske Højskole kan måske siges at pege i samme retning.

Mere begrænsede testundersøgelser blandt danske skoleelever er gennemført af Albert Paulsen (1983, 1984) og Henry Nielsen og Poul V. Thomsen (1983) som led i GF-projektet (Gymnasie-Fysik). Albert Paulsens undersøgelse fra 1984 omfattede bl.a. eleverne fra vore projektklasser. Resultaterne herfra er anvendt i kapitel 3 og nærmere beskrevet i bilag B.

GF-projektet har undersøgt 1.g-elevers hverdagsforestillinger om fysik ved hjælp af en række testopgaver, som er inspireret af tilsvarende opgaver fra udenlandske undersøgelser. Opgaverne er ret forskellige i deres sigte og i forbindelsen til hverdagen og/eller fysikundervisningen. Vi gengiver alligevel to eksempler på opgaver fra testen, for at give læseren et indtryk af stilen. Forfatterne oplyser i GF-rapport nr.1 om de mest almindelige typer af (fejl)svar. Vi begrænser os til at videregive resultaterne for piger og drenge i form af søjlediagrammer.

Opgaverne er stillet til elever i 8. og 9. klasse, i 1.g på hhv. den sproglige og den matematisk line, og i 2.g og 3.g på mF-grenen og på de to grene (mN og mS), der har mindre fysik end mF.

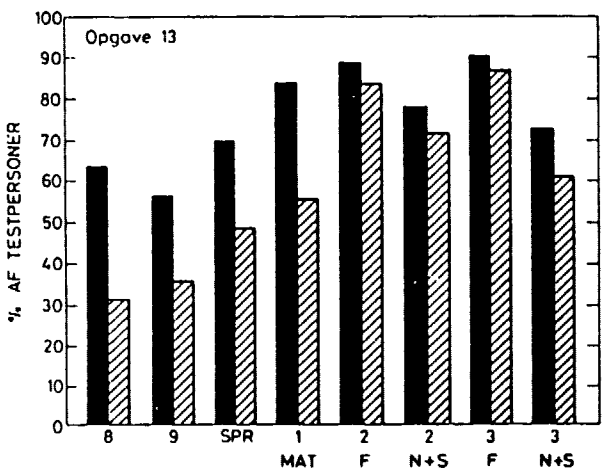
Opgave 13.



I en skål er der 1000 gram vand. 200 gram sukker tilsættes vandet. Der røres rundt i vandet indtil al sukkeret er opløst.

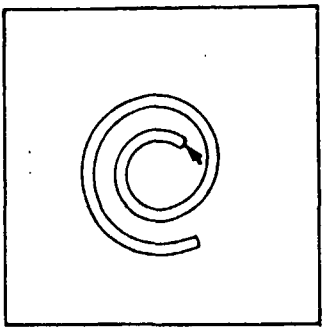
Hvor meget vil indholdet i skålen veje nu?

- ☐ mere end 1200 gram
- ☐ netop 1200 gram
- ☐ mellem 1000 og 1200 gram
- ☐ netop 1000 gram
- ☐ netop 800 gram



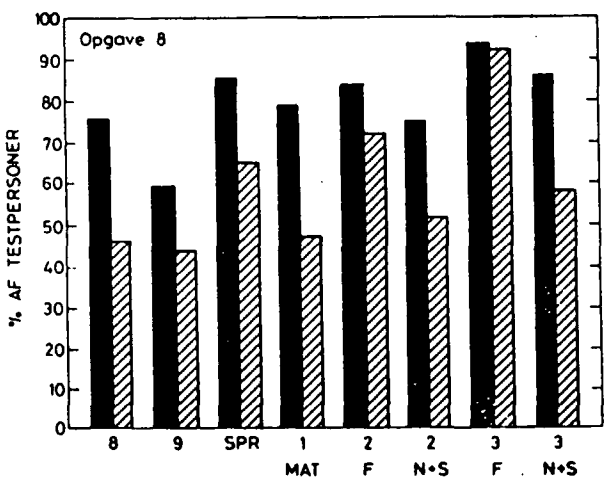
Figur 2.5. Rigtige svar (i %) på opgave 13. Drenge = sorte søjler, Piger = skraverede søjler.

Opgave 8.



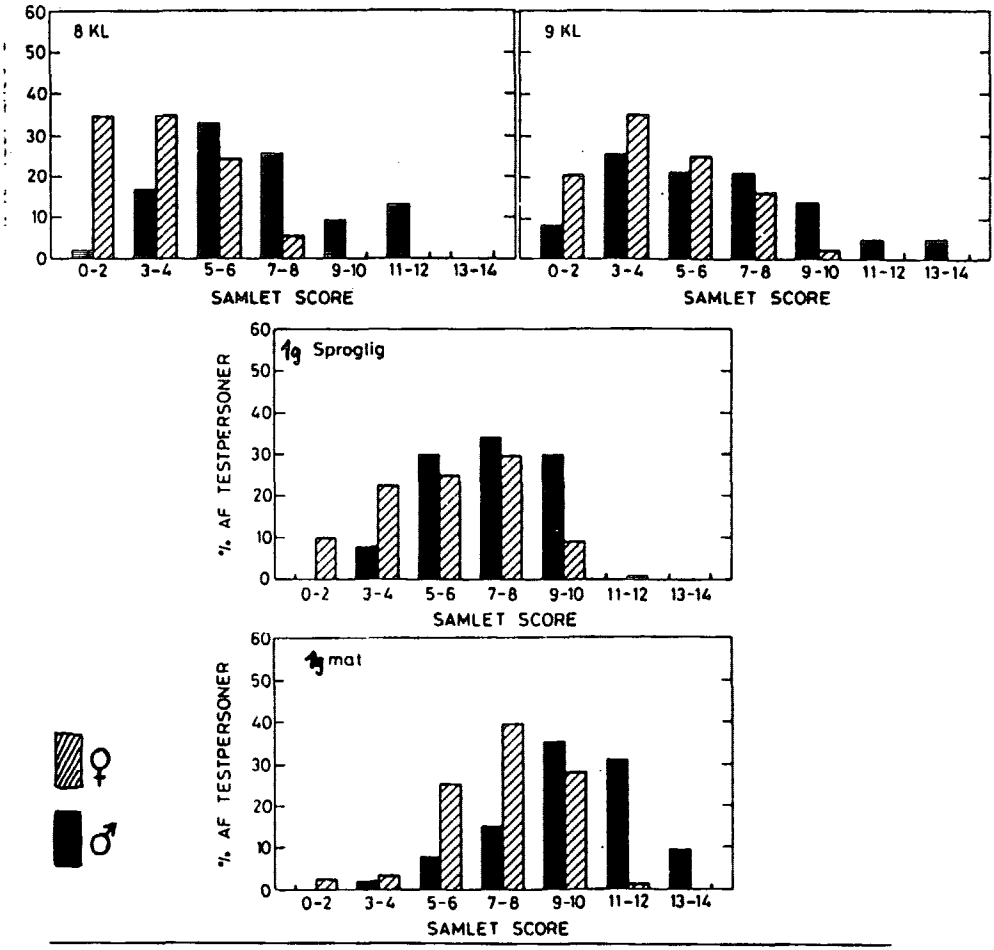
Figuren viser et hult, spiralformet metalrør, der ligger på et vandret bord. Vi ser altså bordet og metalrøret ovenfra. En metalkugle trilles ind i den ene ende af røret (ved pilen) og kommer ud af den anden ende med stor fart.

Tegn på figuren kuglens bane fra den kommer ud af metalrøret, og indtil den løber ud over bordkanten.



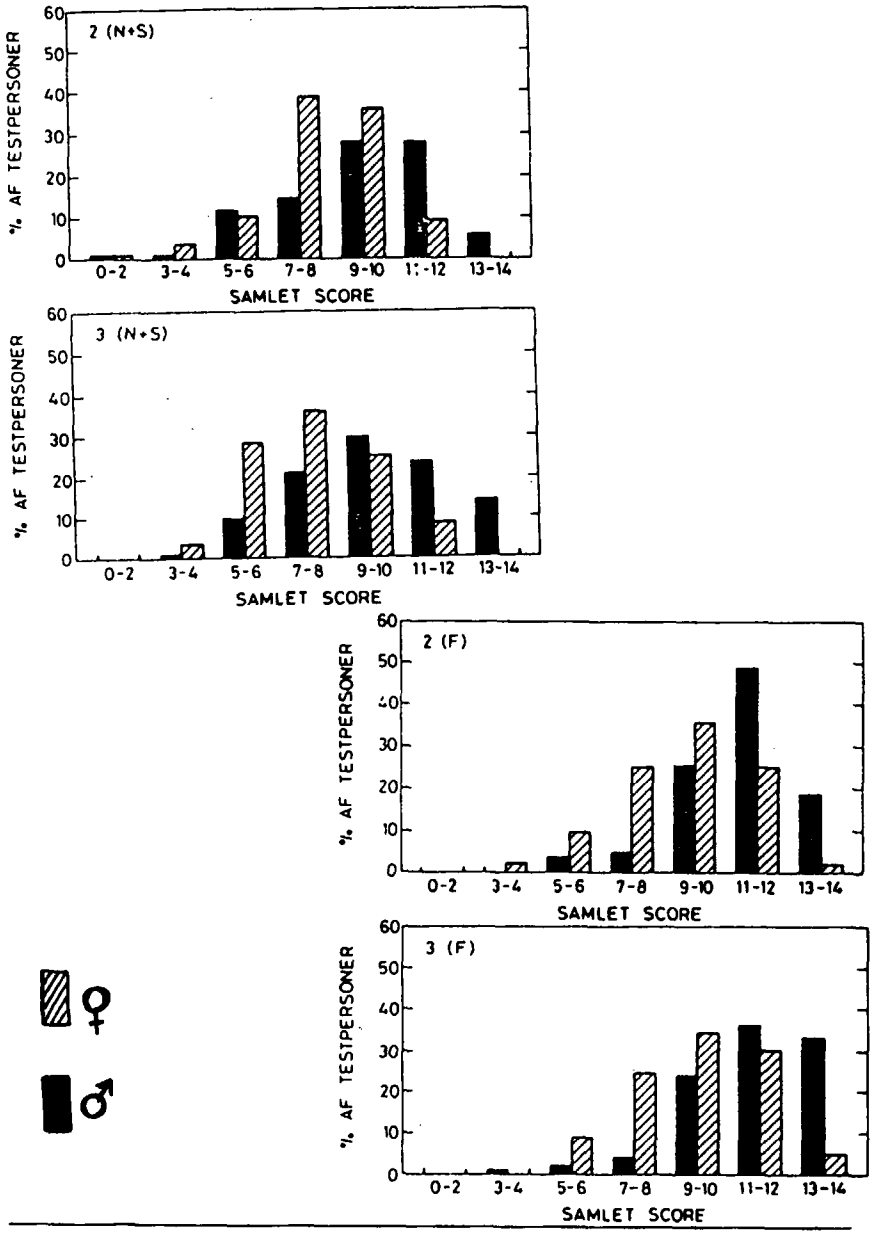
Figur 2.6. Procentdelen af rigtige + måske rigtige svar i opgave 8. Drenge = sorte søjler, piger = skraverede søjler.

Størrelsen af kønsforskellen i svarene varierer fra opgave til opgave, men det er et gennemgående træk, at pigerne scorer lavere end drengene på alle klassetrin og grene. Figur 2.7 viser det samlede pointtal for nogle elevgrupperne.



Figur 2.7. Diagrammerne viser hvor stor en andel af eleverne, der har opnået et givet antal point totalt for alle testopgaver, opgjort på klassetrin og køn. (Fra Nielsen & Thomsen 1983)

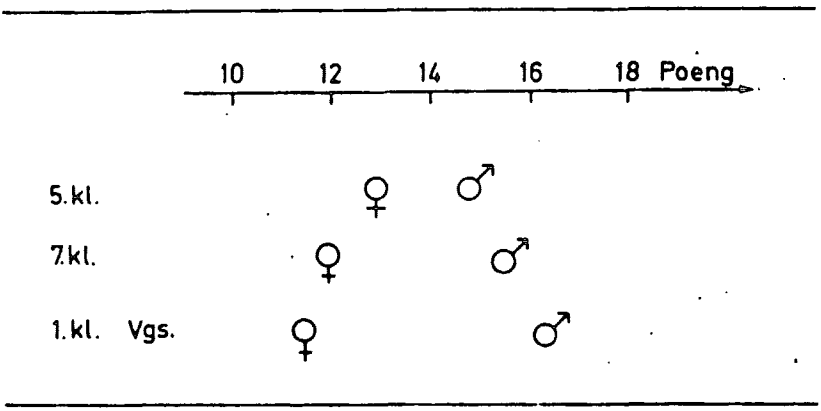
Figur 2.7. (Fortsat fra forrige side).



Myke jenter i harde fag.

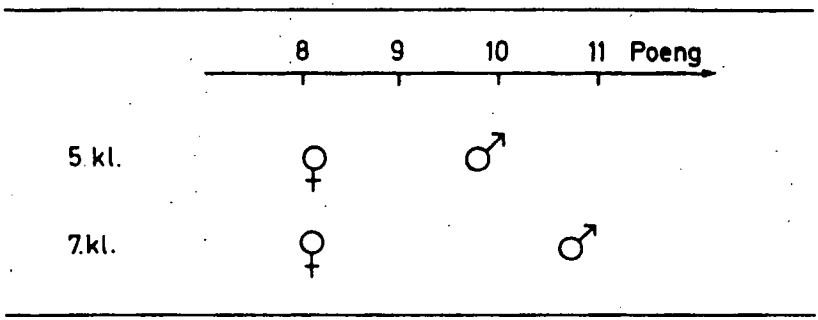
Svein Lie og Svein Sjøberg (1984) har gengivet resultaterne fra en større norsk undersøgelse, som har givet inspiration til danske projekter, og som selv er inspireret af de ovenfor omtalte undersøgelser fra hhv. Canada og England. Norske skoleelever blev testet for forståelse af fysik i 5. og 7. klasse samt i 1. klasse i den videregående skole (almenfaglig studieretning, svarende til 1.g).

På alle tre klassetrin scorer pigerne lavere end drengene, og forskellene er statistisk signifikante. Forskellene mellem pigers og drenges pointtal vokser med alderen, hvilket fremgår af figur 2.8.



Figur 2.8. Pigers og drenges samlede pointtal. (Lie & Sjøberg 1984).

Det skal understreges, at der blev anvendt forskellige tests på de tre klassetrin. En del af opgaverne til 5. og 7. klasse var imidlertid fælles, og der blev anvendt identiske evalueringskriterier. Delpointtal for disse identiske opgaver er illustreret i figur 2.9. Det fremgår heraf, at pigerne i 7. klasse ikke klarer sig bedre end piger i 5. klasse, mens drengenes resultater er blevet bedre!



Figur 2.9. Pigers og drenges pointtal for de opgaver, der var identiske i testen for 5. og 7. klasse. (Lie & Sjøberg 1984).

De yngste elever har kun naturfag som et emne integreret i faget "orientering", og almindeligvis er "fysik- og kemidelen integreret væk" (Lie & Sjøberg 1984, s.25). På ungdomstrinnet optræder et naturfag dækkende biologi, kemi og fysik. Først i den videregående skole (gymnasiet) optræder fagene hver for sig. Alligevel reagerer eleverne forskelligt på fagene, og der viser sig de samme kønsforskelle mht. interesser og præstationer som i andre lande. Her kan forklaringen imidlertid ikke tilskrives forskelle i mængden af undervisning (i f.eks. fysik) for piger og drenge.

På denne baggrund må vi konkludere, at vi ikke så meget har behov for yderligere påvisning af forskelle i pigers og drenges præstationer - specielt i fysik. Hvad vi har brug for er nogle forklaringer på dette tilsyneladende generelle fænomen!

2.4. FORTOLKNINGER OG FORKLARINGER.

De senere års forskningsprojekter har i stigende grad lagt vægt på at sammenholde elevernes præstationer med variable som interesser, erfaringer, fremtidsplaner osv., for herved at nærme sig en forståelse af de beskrevne kønsforskelle. Vi skal derfor kort omtale de forklaringer, som fremhæves i de tre udenlandske projekter, som vi har fokuseret på i afsnit 2.3.

British Columbia Science assessment.

Erickson og Erickson (1984) fortolker de canadiske resultater som et udslag af, at piger har færre erfaringer end drenge med teknisk-fysiske fænomener. Der er ikke tale om en egentlig undersøgelse af erfaringernes betydning, men mere om en fortolkning af testresultaterne eller opstilling af en hypotese ud fra en vurdering af opgavernes indhold. Argumentationen er rimelig - ikke mindst på baggrund af, at den canadiske undersøgelse ikke tester forståelse af begreber/love særskilt, men i kombination med kendskab/viden om fænomenerne.

Myke jenter i harde fag.

Lie og Sjøberg (1984) har direkte undersøgt de norske skoleelevers holdninger til fag og forskere, personlige interesser, ønsker for fremtidigt job, praktiske erfaringer med teknik/fysik, kønsrolleopfattelser m.v. På baggrund af en nærmere indholdsanalyse af testspørgsmålene har man så forsøgt at finde sammenhænge mellem præstationer og de øvrige variable, for herved at give en forklaring på kønsforskellene.

Der viste sig at være en klar sammenhæng mellem elevernes præstationer og deres aktivitets/erfaringsniveau på delområder som teknik, aflæsning af instrumenter og elektricitet. Med andre ord: pigerne klarer sig dårligere end drengene på de områder, hvor de har færre erfaringer. Også mellem elevernes totale testresultat og deres samlede aktivitetsindeks (som mål

for omfanget af deres erfaringer på alle de undersøgte praktiske og naturvidenskabelige felter) fandt man en klar korrelation (figur 2.10). Denne sammenhæng viste sig at være signifikant for alle fire grupper, og samme korrelation findes for gruppen af piger og gruppen af drenge hver for sig.

Aktivitetsindex	Testscore
0 - 22	43
23 - 44	54
45 - 63	61
64 - 100	68

Figur 2.10. Sammenhængen mellem aktivitetsniveau og testpræstationer. (Inddelingen er foretaget så der falder tilnærmelsesvis lige mange elever i hver gruppe.) (Lie & Sjøberg 1984, s. 104).

Videre analyser viste, at der også var sammenhæng mellem elevernes interesse for og præstationer på de enkelte fagområder. Derimod var det ikke muligt at fortolke kønsforskellene i præstationer som et resultat af, at piger skulle have mindre sans for rumlige fænomener end drenge.

Sammenfattende konkluderer Lie og Sjøberg, at aktivitetsniveau (erfaringsbaggrund) og interesse synes at være de eneste af de undersøgte variable, der klart korrelerer med elevernes præstationer.

Danske undersøgelser.

Danske 7.klasse-elevers holdninger, interesser og erfaringsbaggrund for fysik/kemiundervisningen er undersøgt af Helene Sørensen (1985) under inspiration fra den norske undersøgelse (se uddrag i bilag C). Helene Sørensen undersøger ikke elevernes præstationer. I Henry Nielsens og Poul V. Thomsens (1983) undersøgelser blandt danske gymnasieelever behandles både præstationer og personvariable, men korrelationen herimellem undersøges ikke.

Vi vender tilbage til en diskussion af, hvilke konsekvenser kønsforskellene i interesser, holdninger og erfaringer har (eller bør have) for valg af emner og præsentation af fysikundervisningen i kapitel 6.

APU-projektet.

Det er nok det engelske APU-projekt, som gennemfører den hidtil mest omfattende undersøgelse af sammenhænge mellem præstationer og andre elevvariable. På baggrund af resultaterne fra de store testundersøgelser i årene 1980-84 fremhæver man også her betydningen af de oplagte kønsforskelle i interesser og erfaringsbaggrund. Man går dog - ligesom Sjøberg & Lie - videre og beskriver sammenhængen med pigers og drenges forskellige forestillinger om fremtidigt job, begrænsninger hidrørende fra kønsroller m.v.

Elektricitetslære synes i mange lande at være et emne, som i særligt grad opfattes som teknisk eller maskulint, uden direkte personlig relevans for piger. Om testresultaterne i dette emne skriver Johnson og Murphy (1986):

> "Den ekstreme forskel mellem pigers og drenges præstationer i opgaver, der drejer sig om elektricitet, synes at være et særdeles velunderbygget fænomen, der omtales i alle de tidligere refererede undersøgelser. Pigers svaghed på dette felt går igen i alle dele af undersøgelsen og er ikke begrænset til de spørgsmål, der kræver begrebsforståelse. Hver gang et spørgsmål refererer til et kredsløbsdiagram eller et faktisk kredsløb, præsterer piger signifikant lavere end drenge; og dette gælder, hvad enten de bliver bedt om blot at foretage aflæsninger af måleinstrumenter eller de skal benævne bestemte komponenter i diagrammet eller følge et sådan diagram ved at sammensætte en virkelig elektrisk kreds."

Der gives ikke nogen endelig forklaring på dette fænomen, men de foreløbige resultater fra APU-projektets senere fase peger på en mulig sammenhæng med pigers og drenges forskellige oplevelser af den tidligere undervisning. I den igangværende undersøgelsesfase supplerer de engelske forskere med kvalitative undersøgelser, der bl.a. involverer observationer og interviews af elever før og under løsningen af delvist eksperimentelle opgaver. Herved bliver det klart, at ikke alene selve emnet og elevens praktiske erfaringer spiller ind, men også den enkeltes selvtillid, herunder tiltro til egne forudsætninger for at løse netop denne type opgaver. Patricia Murphy og Anne Qualter (1986) fremhæver bl.a., at opgaver med et "indhold", som eleverne allerede har mødt i undervisningen, typisk giver anledning til forskellige reaktioner hos piger og drenge:

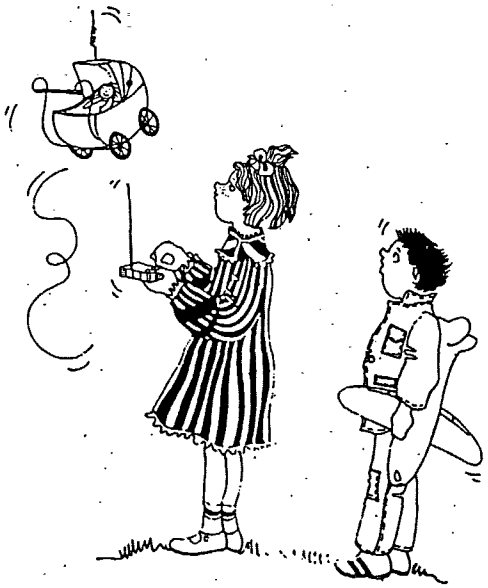
> Drengene følte sig netop i disse situationer sikre på, at de kendte svaret, mens pigerne blev hæmmet af tanken om, at de BURDE kende det! Den forelagte opgave krævede imidlertid slet ikke, at eleverne kunne huske, hvad de tidligere havde lært om emnet.

Dette eksempel blandt andre antyder, at vi må søge en forklaringsramme, der er bredere og mere omfattende end den, der er lagt op til i de ovenfor refererede undersøgelser. Vi vil argumentere lidt mere for dette synspunkt.

2.5. ER DET DRENGENES TEKNISKE LEGETØJ, DER GØR UDSLAGET ?

Kønsforskelle i opdragelsen og i forventningerne til piger og drenge fører til karakteristiske forskelle i de to køns interesser og erfaringsbaggrund, ikke mindst angående praktisk/tekniske/naturvidenskabelige emner. Disse forskelle har utvivlsomt konsekvenser for pigers og drenges motivation og indlæring, og dermed også for de to køns præstationer - f.eks. i faget fysik. Muligvis er denne sammenhæng særlig tydelig i de yngste år, hvor undervisningen må knyttes stærkt til kon-

krete fænomener og oplevelser. (De fleste af de refererede undersøgelser omhandler elever, der er yngre end danske gymnasieelever).



Men er kønsforskelle i erfaringer og interesser en tilstrækkelig forklaring på de kendte præstationsforskelle - også blandt de ældre elever i gymnasiet og derefter ? Dette spørgsmål er vi tilbøjelige til at svare benægtende på. To argumenter herfor skal fremføres:

* Som dokumenteret ovenfor optræder der stadig kønsforskelle i præstationer blandt de elever/studerende, der har tilvalgt fysik og beslægtede fag, og som har klaret sig godt heri på tidligere studietrin.

* Mange af de mænd og kvinder, der vælger en videregående fysikbaseret uddannelse og har succes med det, har ikke leget med tandhjul og ledninger og den slags som børn.

Den sidste påstand har vi ikke søgt at dokumentere. Den bygger alene på vores indtryk af situationen udfra vor egen og bekendtes baggrund. Der er i alt fald en del personer, der vælger at studere fysik udfra en mere eller mindre filosofisk interesse, en fascination af den menneskelige erkendelses landvindinger og en trang til selv at prøve kræfter med den udfordring, der ligger i at tilegne sig en forståelse heraf.

Naturligvis findes flere andre typer af motivation for at vælge en teknisk-naturvidenskabelig uddannelse, heriblandt nogle, der har tættere forbindelse med praktisk-tekniske aktiviteter. Vi ønsker blot at antyde, at kønsforskellene i interesser og erfaringsbaggrund ikke synes at være tilstrækkelige som forklaring på, at piger/kvinder klarer sig dårligere end drenge/mænd ved fysikagtige tests og eksaminer.

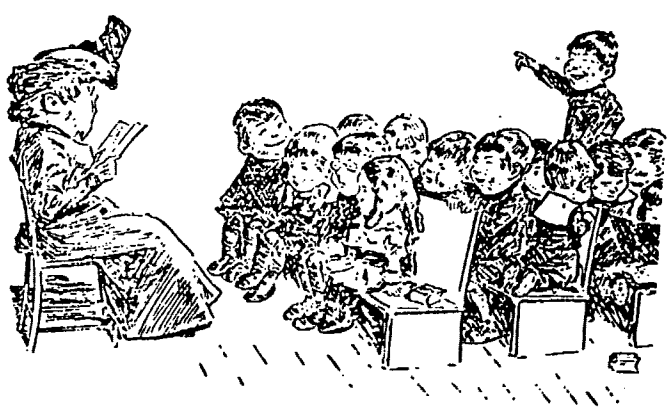
Dette synspunkt understøttes i øvrigt af resultaterne (Kelly 1987) af en kvantitativ analyse af data fra det engelske GIST-projekt (Girls Into Science and Technology), som omtales i slutningen af kapitel 3.

I de følgende kapitler vil vi søge efter andre elementer (ved siden af forskellen i praktiske erfaringer) i en forklaringsmodel for de kønsforskelle i præstationer, som optræder så markant i fysik - især i de teorifunderede dele af faget, hvor der lægges vægt på begrebsforståelse og problemløsning. Udgangspunktet vil være erfaringer fra fysikundervisningen i gymnasiet i almindelighed og i vore projektklasser. Som antydet ovenfor i forbindelse med APU-projektets senere arbejdsfase må mere generelle mekanismer inddrages, som f.eks. pigers og drenges selvtillid i undervisningssituationen. Socialisationsforskelle viser sig også i drenges og pigers forskellige måder at organisere lege på, bl.a. i forholdet til regler og hierarkier (se kapitel 7) og forskellige opfattelser af og angrebsmåde overfor problemer (kapitel 4). Kønsforskelle mht. hvilke emner og problemer, der virker relevante og interessante, er tidligere nævnt (se videre i kapitel 6).

Forklaringsmønstret gøres mere komplekst og mere generelt. Alligevel er målet at forklare de forskelle og ligheder, der findes mellem fagene - ja, mellem forskellige dele af de enkelte fag. (Hvorfor præsterer piger ikke bedre end drenge i biologi ? Hvorfor er netop elektricitetslære et særligt vanskeligt felt for piger ? Hvorfor er der så store kønsforskelle i historie ? Hvorfor er kønsforskellene større i fysik end i kemi eller matematik ? Hvorfor har pigerne (endnu) større vanskeligheder end drengene ved begrebsforståelse og problemløsning ? osv.)

For at komme nærmere til en forklaring, der indeholder både generelle og specielle begrundelser, er det derfor nødvendigt at analysere fagenes undervisningstradition og elevernes indlæringsprocesser i en vis dybde - og det er nødvendigt at gå fagspecifikt tilværks. Dette er begrundelsen for, at vi i kapitel 3 gennemfører en relativt detaljeret analyse af fysikundervisningens kognitive krav, for så i kapitel 4 at diskutere mulige forklaringer på forskellene i pigers og drenges præstationer i fysik.

Med andre ord: vi mener, at det er nødvendigt at være fagspecifik for at opnå en mere generel forståelse af indlæring og uddannelse. Om vore pointer så er generelle må vurderes af personer, som kan inddrage andre fags særlige forhold.



KAPITEL 3.

Fysikundervisningens krav og elevernes kognitive udvikling.

pige i 1.g: "jeg syntes i starten, da syntes jeg, det var spændende ... men lige pludselig er der et eller andet du ikke forstår ... så er det altså ikke spor spændende, fordi så bliver det bare en masse formler og tal og ting og sager, så sidder man bare og tænker- jeg gider ikke..."

Som fysiklærer kan man somme tider føle, at det er en næsten håbløs opgave at skulle lære en hel 1.g-klasse om så simple begreber som f.eks. massefylde og varmefylde. I ovenstående citat omtaler pigen "en masse formler" - hun havde ikke lært mere end 3-4 formler! For eleven er det imidlertid en uoverskuelig mængde.

Afhængig af temperament vil man som lærer skyde skylden for miséren på folkeskolen, som ikke har evnet at lære eleverne selv de simpleste begreber, på de unges manglende koncentrationsevne eller på ens egne manglende pædagogiske evner. Men måske er elever og lærere sat på en uløselig opgave?

Internationale undersøgelser viser, at fysikundervisningen har lignende problemer i andre lande, og nogle forskere har lavet undersøgelser, som tyder på, at fysikundervisningens krav til begrebstilegnelse ikke harmonerer med elevernes kognitive udvikling (ved et individs kognitive udvikling forstår vi

individets evner til at udføre forskellige tankemæssige operationer. Begrebet uddybes i afsnit 3.1).

Vi vil her gennemgå nogle af de undersøgelser, der er lavet, dels af skoleelevers kognitive udvikling, dels af fysikundervisningens kognitive krav, og her støtter vi os især til henholdsvis en britisk undersøgelse (Shayer & Adey 1981) og en dansk undersøgelse (Paulsen 1983). Desuden vil vi inddrage egne erfaringer fra undervisningen og specielt en analyse af et enkelt undervisningsforløb i vore projektklasser.

Undersøgelse af menneskers tankemønstre og af de tankemæssige operationer, som forskellige undervisningsforløb stiller krav om, indgår ikke i fysiklæreres pædagogiske uddannelse. Forskning i disse emner har også først taget fart i de seneste år, og der findes stadig flere åbne spørgsmål, end der findes svar. Men de resultater, man trods alt er nået frem til, forekommer os at sige noget væsentligt om årsagerne til de problemer, begrebsindlæringen i fysikundervisningen støder på. Disse resultater har gjort det muligt for os at se et vist mønster i de oprindeligt meget forvirrende problemer, vi er stødt på i både matematik og fysikundervisningen. Det er dette mønster, som vi vil prøve at opridse konturerne af her. Vi føler os endnu meget usikre på, hvor langt vi kan gå i vore tolkninger af andre forskeres resultater, når vi anvender dem på vore egne begrænsede empiriske erfaringer. Derfor må det følgende ikke opfattes som færdige teorier, men som overvejelser, der forhåbentlig kan føles relevante for andre læreres problemer, og især håber vi, at dette kan bidrage til en fortsættelse af undersøgelserne af fysikundervisningens kognitive problemer.

Ved første blik vil denne beskrivelse af de kognitive problemer tilsyneladende ikke handle meget om pigernes specielle problemer med fysikundervisningen. Begge køn har vanskeligheder med begrebsindlæringen, omend i noget forskellig udstrækning. Men kønsspecifikke karakteristika ved elevernes indlæringsstil medfører, at disse vanskeligheder hæmmer pigernes indlæring og interesse for faget langt mere end drengenes. Disse forskelle i indlæringsstil behandles i kapitel 4.

Dette kapitel indledes med en beskrivelse af Piagets teori for menneskers kognitive udvikling. Derefter redegøres for undersøgelser af, hvor langt elever i 16-års alderen er nået i den kognitive udvikling. Så gives en del eksempler på de begreber og metoder i 1.g-undervisningen, som volder vanskeligheder for en stor del af eleverne. Her omtales proportionalitetsbegrebet, begreber i varmelæren, anvendelse af matematiske færdigheder i fysik og anvendelse af modeller, herunder hverdagsbegreber contra videnskabelige begreber. Endelig kommer en redegørelse for, hvad det vil sige at "forklare" naturfænomener, hvor vi beskriver, hvorledes ordet "forklaring" betyder noget forskelligt for henholdsvis lærere og en stor del af eleverne. Til slut opstilles et spørgsmål om, hvilke konsekvenser de i dette afsnit beskrevne problemer bør få for fysikundervisningen.

3.1. PIAGETS TEORI FOR MENNESKETS KOGNITIVE UDVIKLING.

Jean Piaget, som er født i 1896, er en af de personer, som har præget udviklingen af den kognitive psykologi mest i dette århundrede. Han har undersøgt, hvorledes børns tankemønstre udvikles gennem opvæksten, d.v.s. hvorledes deres behandling af sansedata udvikles. På baggrund af disse undersøgelser har han opdelt børns kognitive udvikling i en række faser, som barnet gennemløber under opvæksten i den rækkefølge, hvori de er opført nedenfor.

Den kognitive udvikling opdeles i følgende faser:

1. Præoperationelle fase.
2A. Tidligt konkret operationelle fase.
2B. Sent konkret operationelle fase.
3A. Tidligt formelt operationelle fase.
3B. Sent formelt operationelle fase.

Piagets grundlæggende hypotese er, at der til grund for al tænkning ligger evnen til at foretage bestemte logiske opera-

tioner, og at et menneskes måde at analysere omverdenen på afhænger af hvilke typer logiske operationer, dette menneske er nået til at kunne beherske. Når et menneske derfor udvikler sig fra en fase til den næste i ovenstående skema, så er det et udtryk for, at dette menneske er blevet i stand til at beherske nogle logiske operationer, som det ikke tidligere var i stand til.

I Piagets yngre år mente han, at disse kognitive faser var meget generelle, således at et menneske enten kunne tænke formelt inden for alle mulige emneområder eller slet ikke kunne tænke formelt overhovedet. Da Piaget blev ældre, ændrede han holdning i dette spørgsmål, således at han f.eks. i en sen artikel (Piaget 1972) fremsætter den hypotese, at alle mennesker senest i 15-20 års alderen når frem til at kunne anvende formelle tankemønstre, men inden for forskellige områder afhængig af interesser, erfaringer og uddannelse. Piaget skriver i den ovennævnte artikel følgende:

> "Kort sagt kan vi beholde den teori, at formelle tankemønstre er uafhængige af deres konkrete indhold (konteksten), men vi må tilføje, at dette kun er sandt på betingelse af, at situationerne præsenterer sammelignelige vitale interesser for de involverede personer"

J.D. Novak (1978) forkaster Piagets inddeling af den kognitive udvikling i forskellige faser, idet han tolker forskellige undersøgelser som udtryk for, at et menneskes evne til at tænke formelt er stærkt afhængigt af, hvilke emneområder der er tale om. Novak mener, at den kognitive udvikling snarere sker gennem en kontinuerlig opbygning og uddybning af specifikke begreber. Albert Paulsen (1983) lægger vægt på, at opbygning af et formelt tankemønster i fysik forudsætter nogle grundlæggende konkrete erfaringer med fysiske fænomener.

Den kognitive psykologi er ikke nået så langt, at der findes tilstrækkeligt empirisk materiale til endeligt at vurdere holdbarheden af ovennævnte synspunkter. Men hvis det syns-

punkt, at evnen til formel tænkning er stærkt kontekst-afhængig og dermed afhængig af erfaringer og interesse, viser sig at være rigtigt, så giver det også noget af forklaringen på, hvorfor piger i gennemsnit klarer tests i formel tænkning inden for fysik-relaterede emner noget dårligere end den gennemsnitlige dreng. Piger kan ikke antages at have samme vitale interesser i fysikagtige testspørgsmål (Ehindero 1982, Murphy & Qualter 1986).

På trods af ovennævnte indvendinger mod Piagets fase-teori har den vist sig at være et praktisk værktøj i vort arbejde med at finde nogle generelle mønstre i mange af de tilsyneladende ret forskellige problemer med indlæring og anvendelse af abstrakte begreber og metoder, som vi støder på i fysikundervisningen. Der er mange andre aspekter af problemerne end dem, der kan belyses ved hjælp af Piagets teorier, og disse beskrives i senere kapitler. Ligeledes er det vigtigt at understrege, at vi i dette kapitel bruger Piagets teorier til at klargøre nogle problemer, men at Piagets teorier ikke er teorier for, hvorledes en undervisning skal tilrettelægges. Teorier for tilrettelæggelse af undervisningen behandles i kapitel 5.

Nedenfor gives en kort karakteristik af den konkrete og den formelle fase, idet det især er disse to faser, der er relevante for den aldersklasse, vi møder i gymnasiet. Karakteristikken er et uddrag fra Albert Paulsen (1983), og der skelnes ikke her mellem tidlige og sene perioder af faserne. Denne indledende karakteristik vil blive uddybet med konkrete eksempler senere i dette kapitel.

> "Det konkrete tankemønster er kendetegnet ved, at det refererer til genstande og hændelser, som er konkrete og fortrolige. Det iagttagelige er en nødvendighed, når egenskaber og hændelsesforløb skal benyttes i tænkningen.
>
> Årsagssammenhænge kan nok benyttes - f.eks. i forbindelse med en forklaring - men kun en enkelt årsag ad gangen. Tænkning, der bygger på relationer, flere

samtidige årsager eller hypotetiske ikke-iagttagelige forhold er ikke mulig.

Forklaringer, der bygger på analogier til iagttagelige situationer - konkret tænkning i modeller - er mulig, men det sker uden hensyntagen til evt. andre kendte men modsigende iagttagelser. Associationer er springende og indbyrdes inkonsistente.

Den tænkende person er sig ikke sin egen tænkning bevidst og har derfor svært ved at begrunde sit eget valg af forklaringer.

I eksperimentelle situationer kan den konkret tænkende let udpege enkelte variable, men er ikke i stand til systematisk at undersøge deres indflydelse på et forsøgsudfald. Ved længere eksperimentelle forløb, hvor der er tale om en kombination af flere eksperimentelle betingelser, er det derfor nødvendigt med en trin for trin instruktion. Denne kan til gengæld følges med omhu og præcision.

Konklusioner drages kun på baggrund af en enkel sammenhæng, den checkes ikke med andre kendte facts.

En teoretisk kontrol dvs. en sammenligning af et resultat med en teori eller et teoretisk princip ligger uden for rækkevidde. Det vil kræve hypotetisk-deduktiv tænkning, som netop kendetegner det næste trin - det formelle tankemønster.

Det er imidlertid vigtigt at understrege, at så længe den konkrete reference er til stede, dvs. genstande, fænomener og hændelser, som er oplevede og iagttagelige og som huskes, så er konkret tænkning et ganske udmærket og magtfuldt redskab til argumentation og problemløsning. Der kan etableres simple sammenhænge, og tankemønstret har, når betingelserne er til stede, en slags indre konsistens,

som den, der har diskuteret meget med børn, ikke kan have undgået at bemærke.

Begrænsningerne i det konkrete tankemønster er netop de egenskaber, som udmærker det formelle tankemønster.

Det formelle tankemønster er ikke længere bundet af konkrete iagttagelige forhold, men kan benytte sig af såvel det konkrete som det mulige - det hypotetiske.

Den formelt tænkende kan tænke i principper og begrebsrelationer. En situation kan gennemtænkes og analyseres ud fra flere årsager, og sammenhænge kan opstilles funktionelt og matematisk.

Der er nu ikke blot mulighed for, at forklaringer kan bygge på alle kendte facts, men der vil også være en trang til forklaring og en trang til indre konsistens. Der er således tale om bevidst (også teoretisk) kontrol af forklaringshypoteser. Tænkning i modeller kan være såvel konkret som abstrakt (matematisk), og en egentlig teoretisk kontrol ved hypotetisk-deduktiv tænkning er mulig.

I eksperimentelle situationer kan den formelt tænkende selv planlægge og gennemføre et eksperimentelt forløb med en systematisk variabel-kontrol.

Konklusioner sammenlignes og checkes med andre kendte facts og kontrolleres teoretisk. Det formelle tankemønster er kendetegnet ved en bevidst kritisk og selvkritisk tænkning."

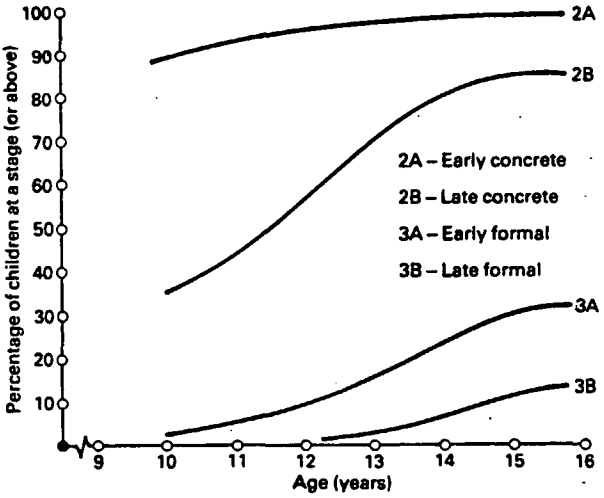
3.2. UNDERSØGELSER AF UNGES KOGNITIVE UDVIKLING INDEN FOR DET NATURVIDENSKABELIGE EMNEOMRÅDE.

Når man undersøger, i hvilken kognitiv udviklingsfase et menneske befinder sig, så gør man det ved at stille nogle spørgsmål med relation til et bestemt emne i en situation, som eleven vil opfatte som en mere eller mindre afgørende prøvesituation. Man kan derfor med fuld ret sætte spørgsmålstegn ved, om elevens tankemønster ville være karakteriseret ved samme kognitive udviklingsfase i mere afslappede situationer og ved besvarelse af andre spørgsmål.

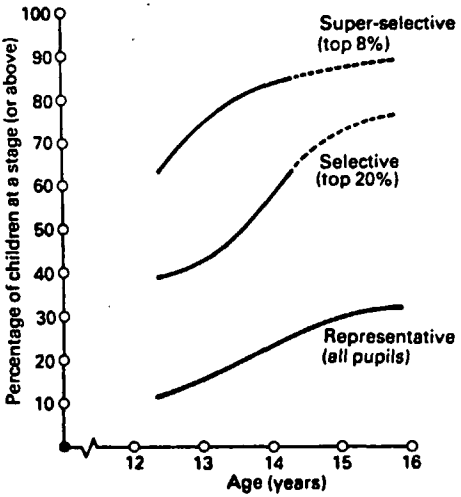
J.V. Mallow (1986) mener, at det er muligt at personer, som til daglig kan anvende formel tænkning, vil vende tilbage til de konkrete tankemønstre i stress-fyldte situationer, som f.eks. en prøvesituation vil være for nogle mennesker. Det er imidlertid ikke muligt for os at vide, hvilken betydning dette kan have haft for de undersøgelser, der refereres i det følgende.

De undersøgelser, vi refererer, bygger på spørgsmål, som er relateret til det naturvidenskabelige emneområde, selv om de ikke forudsætter egentlig viden inden for området. Men da der, som refereret i foregående afsnit, er en del undersøgelser som tyder på, at menneskers evne til formel tænkning er kontekstafhængig, d.v.s. afhænger af emnet, så viser disse undersøgelser ikke noget generelt om unges kognitive udvikling. De kan kun bruges til at sige noget om unges evner til formel tænkning inden for det naturvidenskabelige emneområde. Yderligere er det heller ikke på forhånd klart, om et menneske vil udvise tankemønstre svarende til samme kognitive fase ved besvarelse af forskellige spørgsmål inden for samme emneområde. Dette viser sig imidlertid at være tilfældet ifølge Shayer og Adey (1981), som har lavet undersøgelser med det formål at belyse dette spørgsmål. De hævder, at de ved hjælp af Piaget-tests er i stand til med rimelig sikkerhed at forudsige, i hvilken udstrækning eleven vil være i stand til at lære et bredt spektrum af naturvidenskabelige begreber og metoder.

Shayer og Adey (1981) har lavet en stor undersøgelse af 12.000 engelske skoleelevers kognitive udvikling inden for det naturvidenskabelige fagområde. Resultatet af Shayer og Adeys undersøgelser illustreres af nedenstående figurer:



Figur 3.1. Andelen af børn i forskellige Piaget-faser som funktion af alderen (for en repræsentativ engelsk børnepopulation, fra Shayer & Adey 1981, p.9).



Figur 3.2. Andelen af elever i den tidligt formelle fase (3A) som funktion af alderen. Fordelingen er vist for tre forskellige populationer (Shayer & Adey 1981, p.10).

Figur 3.1 viser, at kun ca. 30 % af britiske unge i 16-års alderen er nået ind i den formelle kognitive fase, og at under 15 % har et tankemønster, som kan karakteriseres som "sent formelt". Gymnasieelever repræsenterer imidlertid ikke en gennemsnitlig population af unge. Vi må forvente, at den matematiske linie i gymnasiet, som udgør ca. 20 % af en ungdomsårgang, i stor udstrækning tiltrækker den del af ungdommen, som er nået længst i kognitiv tænkning inden for det naturvidenskabelige emneområde, selv om der vil være en mindre del af disse unge som på grund af specielle interesser eller sociale årsager vælger en anden vej. Derfor er det relevant at se på, hvor stor en del af en udvalgt gruppe britiske elever, som repræsenterer de 20 % af en årgang med de bedste boglige evner (elever på "grammar school"), der har udviklet evner til tidlig formel tænkning. Figur 3.2 viser, at det i en sådan udvalgt population vil gælde for ca. 75 %, at de er nået ind i den tidligt formelt-operationelle fase. Figuren siger ikke noget om, hvor mange der er nået til den sent formelle fase, men en sammenligning med figur 3.1 kunne tyde på, at det må være en væsentlig mindre andel, formentlig under halvdelen.

Det er umiddelbart svært at vide, i hvor høj grad man kan overføre britiske erfaringer til danske forhold. Danske elever har en noget anden kulturel baggrund. Albert Paulsen (1983) har imidlertid lavet en undersøgelse af danske 1.g-elever på den matematiske linje. Undersøgelsen har ikke, som den britiske, karakter af en stor national undersøgelse, men må nærmere betragtes som en stikprøve (235 elever deltog i undersøgelsen). Undersøgelsens resultater ser imidlertid ud til at pege i nogenlunde samme retning som den britiske, idet den viser, at ca. halvdelen af eleverne kan anses for at være bundet i et konkret tankemønster. Desuden viser undersøgelsen, at langt færre piger end drenge behersker den formelle tænkning og de fysiske begreber, så de kan bruge dem.

Ovenstående giver ikke mulighed for med nogen præcision at konkludere, hvor stor en del af vore elever, der befinder sig i en bestemt kognitiv fase. Men undersøgelserne tyder dog på,

at en væsentlig del af vore elever i 1.g på den matematiske linje - måske op mod halvdelen - ikke er nået til den formelt operationelle fase, og at langt de fleste ikke er nået til den sent formelt-operationelle fase.

3.3. KARAKTERISTISKE VANSKELIGHEDER I 1.G-FYSIKKEN.

I det følgende vil vi give nogle eksempler på vanskeligheder, som konkret- og tidligt-formelt tænkende elever støder på, når de skal lære at anvende typiske begreber og metoder i 1.g-fysik.

Proportionalitet.

Det er en forudsætning for at kunne forstå mange emner i fysikundervisningen, at man kan beherske tankeoperationer, som involverer forholdet mellem to størrelser. Man skal både kunne regne med forhold og kunne forstå begreber, som defineres som forholdet mellem to størrelser. Således vil de elever, der har vanskeligheder med at arbejde med proportionalitet, have svært ved at forstå grundlæggende fysiske begreber som f.eks. massefylde, varmefylde, hastighed, acceleration, effekt, tryk.

A.B. Arons (1983, 1984), som har udviklet metoder med henblik på at lære elever at anvende proportionalitets-tænkning, skriver, at mange elevers vanskeligheder med at lære naturvidenskabelige fag i stor udstrækning skyldes, at eleverne ikke mestrer proportionalitets-tænkning. Proportionalitet er imidlertid en generel funktionel sammenhæng, som også anvendes i andre fag end de naturvidenskabelige, dog i mindre udstrækning. F.eks. har en geografilærer fortalt os, at det specielt i sproglige klasser kan være vanskeligt at få eleverne til at forstå et begreb som "udbytte pr. hektar".

Årsagen til konkret tænkende elevers vanskeligheder ved at arbejde med forhold skal søges i den omstændighed, at det konkrete tankemønster har behov for at forholde sig til konkrete

genstande. F.eks. er masse en konkret egenskab ved en genstand, ligesom volumen er det, mens massefylde, som er forholdet mellem masse og volumen, er et formelt begreb, som mange 1.g-elever har svært ved at forstå. Tilsvarende kan man ofte hjælpe yngre børn, som endnu ikke helt mestrer de grundlæggende regnearter. Hvis barnet f.eks. har vanskeligt ved at addere 25 og 10 behøver man bare at spørge barnet om, hvor mange penge hun har, hvis hun har en 10-øre og en 25-øre, så kommer svaret prompte. De abstrakte tal er blevet gjort konkrete.

Konkret tænkende individer kan klare forholdsregning med heltallige faktorer. Det er opgaver som f.eks. at beregne, hvor meget 6 appelsiner koster, når 2 koster 8 kr., eller at beregne prisen på 1 appelsin, når 6 appelsiner koster 24 kr. - altså opgaver, hvor alle forekommende tal er hele tal. I en matematisk 1.g-klasse kunne 90 % af eleverne klare en opgave, hvor de givne tal, men ikke resultatet, var hele tal. Opgaven lød:

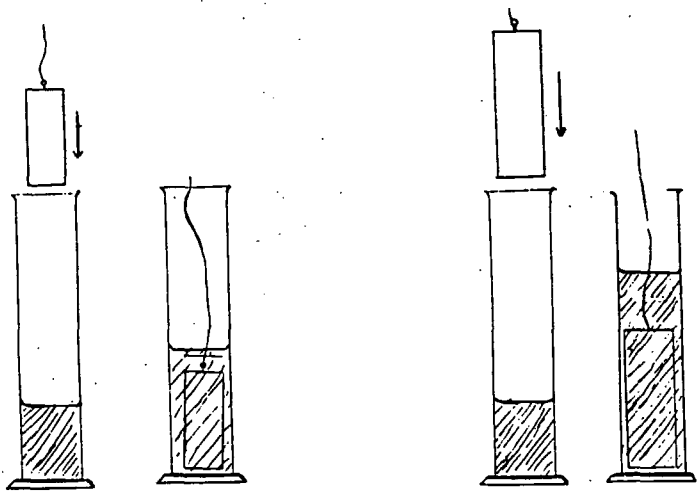
"Find prisen på 1 pose, når 500 poser koster 200 kr"

Kun ca. 10 % fik det forkerte resultat, at én pose koster 2,50 kr.

Figur 3.3 viser en opgave fra Albert Paulsens test (1983), som kræver, at eleverne er i stand til at opskrive proportionalitet som en egentlig matematisk relation. Opgaven kan altså ikke klares ved simpel omregning med hele tal.

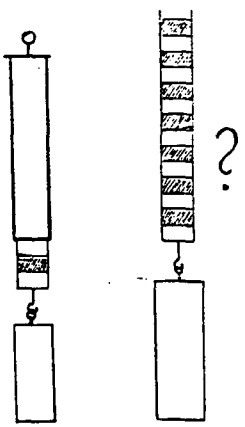
Kun 2/3 af eleverne, heraf væsentligt flere drenge end piger, giver det korrekte svar, at det store lod vejer 7 2/7 enheder.

Massefylde er som før nævnt et eksempel på et begreb, som involverer forholdet mellem to variable, nemlig masse og rumfang. Opgaver, der involverer begrebet massefylde, indeholder således tre variable, nemlig masse, volumen og massefylde. Det er karakteristisk for konkret tænkende individer, at de har vanskeligt ved at analysere problemer med mere end to variable, hvoraf den ene er den afhængige og den anden den uafhængige variabel.



HER ER TO LODDER AF SAMME MATERIALE. DE ER AF JERN.
DE TO LODDER KAN SÆNKES NED I HVER SIT MÅLEGLAS.
DER ER LIGE MEGET VAND I DE TO MÅLEGLAS.
I GLASSET MED DET LILLE LOD STIGER VANDET 7 ENHEDER.
I GLASSET MED DET STORE LOD STIGER VANDET 17 ENHEDER.

PÅ EN FJEDERVÆGT VEJER DET LILLE LOD 3 VÆGTENHEDER.
SKRIV REGNESTYKKET FOR, HVOR MEGET DET STORE LOD VEJER:



SÆT ET MÆRKE PÅ DEN TEGNEDE SKALA FOR EN FJEDERVÆGT.
DU KAN SKØNNE ELLER REGNE RESULTATET UD.
FORKLAR, HVORDAN DU FANDT FREM TIL DIT RESULTAT: _____

Figur 3.3. Eksempel på opgave, der kræver forståelse af proportionalitet. (Paulsen 1983).

Konkret tænkende elever er i en fase, hvor de har vanskeligt ved i alle situationer klart at skelne et legemes masse fra dets volumen. Således viser Paulsens test, at ca. 20 % af eleverne mener, at det er et legemes masse og ikke dets volumen, der har betydning for, hvor meget vand legemet fortræn-

ger, når det nedsænkes i en beholder med vand. En lignende undersøgelse, som vi udførte med en 1.g-klasse, netop efter at de havde afsluttet et undervisningsforløb i begrebet massefylde, viste at ca. 15 % af eleverne ikke kunne angive volumenet som den egenskab, der bestemmer hvor meget vand, der fortrænges, når et legeme nedsænkes i vand. En af de elever, som havde angivet massen som den relevante egenskab, begrundede det med, at hun havde tænkt på en elevøvelse, som hun havde udført for nylig, hvor de havde undersøgt, hvorledes forlængelsen af en fjeder afhænger af massen af det lod, der hænger på fjederen. Denne associative tænkning, hvor associationerne ikke vurderes kritisk, er netop et kendetegn for det konkret tænkende individ.

Begreber i varmelæren.

I varmelæren vil man ofte benytte sig af mere end to uafhængige variable, hvilket skaber problemer for konkret tænkende elever. En konkret tænkende elev har en god kvantitativ forståelse af sammenhængen mellem temperaturen og længden af væskesøjlen i et termometer - en relation, som netop indeholder to variable, hvor temperaturen opfattes som den uafhængige og længden af væskesøjlen i termometret som den afhængige variabel. Men når varmebegrebet indføres, kommer der flere variable i spil, idet varmemængde, temperatur og masse er forbundet. En del elever har vanskeligt ved at skelne begreberne temperatur og varmemængde fra hinanden, ligesom de har vanskeligheder med begreberne masse og volumen. Dette illustreres af nedenstående citat fra en elev i 1.g, som netop har afsluttet et undervisningsforløb i varmelære. Hun skulle besvare opgaven: "Forklar, hvorfor der ofte sætter sig dug på indersiden af den yderste rude, hvis man har forsatsruder". Hendes svar lød:

> "Det inderste vindue er varmt, der strømmer stuetemperaturen igennem"

Ved en undersøgelse af, hvor meget varme der overføres fra ét legeme til et andet, kan masse og temperatur samtidigt behand-

les som uafhængige variable, hvilket kræver tankeoperationer, som en konkret tænkende elev ikke kan gennemføre. Hvis problemstillingen imidlertid forenkles til kun at involvere én uafhængig variabel, kan den konkret tænkende elev behandle den korrekt. Således er det for en elev i denne kognitive fase forståeligt, at hvis massen forøges et vist antal gange, så forøges den nødvendige energitilførsel det samme antal gange, når legemet skal opvarmes - her er temperaturen altså udeladt som en uafhængig variabel. Tilsvarende er det forståeligt, at hvis et legemes temperaturændring skal forøges med en bestemt faktor, så skal energitilførslen forøges med den samme faktor - her er massen udeladt som uafhængig variabel.

Begreberne varmekapacitet og varmefylde er traditionelt vanskelige begreber, og ikke mindst har mange elever vanskeligt ved at skelne de to begreber fra hinanden. Disse vanskeligheder hænger sammen med, at varmekapacitet er defineret som forholdet mellem to uafhængige variable (energi og temperaturændring), og at varmefylde er et forhold, hvori der indgår tre variable (energi, temperaturændring og masse), hvilket som tidligere omtalt er for mange variable for konkret tænkende elever.

Anvendelse af matematiske færdigheder i fysik.

Ovenfor er omtalt de konkret tænkende elevers problemer med at nå til forståelse af begrebet massefylde og begreber som anvendes i varmelæren. En del af disse elever vil alligevel med en vis øvelse kunne nå til at løse opgaver, hvor de skal anvende de i denne sammenhæng relevante formler:

$$\varrho = m/V \quad ; \quad \Delta E = m \cdot c \cdot \Delta T$$

ϱ: massefylde
m: masse
V: volumen
ΔE: energioverførsel til legemet
c: varmefylde, d.v.s. den energi der kræves for at opvarme 1 kg af et stof 1°C.
ΔT: legemets temperaturændring.

De vil kunne lære at anvende formlerne på nogle opgavetyper, som de har øvet sig på og siden kan genkende, selv om tallene er udskiftet med andre tal. De konkret tænkende elever vil nemlig behandle de enkelte bogstaver som konkrete størrelser, som de kan rokere rundt med efter indlærte regler (Arons 1983, 1984). Eleverne vil imidlertid ikke kunne give en korrekt verbal begrundelse for, hvad de har gjort. Således har mange fysiklærere oplevet, at hvis eleverne har lært, at $\varrho = m/V$, så kan de forholdsvis hurtigt lære at indsætte kendte værdier for m og V i formlen og deraf beregne ϱ. Hvis man så beder eleverne beregne m ud fra kendte værdier for ϱ og V, vil mange straks få store vanskeligheder. Men med lidt øvelse kan de lære nogle regler for, hvorledes bogstaverne skal flyttes omkring lighedstegnet. Med endnu mere øvelse kan eleverne også lære at huske, hvordan bogstaverne skal flyttes rundt, når V skal findes ud fra opgivne værdier for ϱ og m. Mange elever foretrækker imidlertid at lære tre formler i stedet for én. Hvis man kender de tre formler: $\varrho = m/V$; $m = \varrho \cdot V$ og $V = m/\varrho$, så kan man altid nøjes med at sætte data ind i et regneudtryk, som umiddelbart giver den søgte værdi.

I mange andre tilfælde forbavses man som fysiklærer over elevernes manglende evner til at anvende selv de mest grundlæggende matematiske færdigheder ved løsning af opgaver i fysik. I første omgang vil man måske i sit stille sind tænke mindre pænt om matematiklærerens undervisning. Hvis man imidlertid prøver at undervise de samme elever i både matematik og fysik, så vil man opdage, at den ligning, som eleverne uden vanskeligheder løser i matematiktimerne, volder næsten uoverstigelige problemer i fysiktimerne - eller at elever, som let kan opskrive ligningen for en given ret linie i matematik, har store vanskeligheder ved det i fysik. Det er altså vanskeligt for en del af eleverne at overføre deres færdigheder fra matematiktimerne til fysiktimerne.

Selv om der i fysiktimerne er tale om matematiske strukturer, som er identiske med dem, eleverne har lært at behandle i matematiktimerne, så er der imidlertid én væsentlig forskel,

nemlig at variabelnavnene hedder x og y i matematik, mens de hedder m, T, U, I o.s.v. i fysik. Denne vanskelighed ved at overføre matematiske færdigheder til en situation, hvor variabelnavnene er ændret, er karakteristisk for en elev, som er bundet i det konkrete tankemønster, da en sådan elev vil opfatte variabelnavnene som konkrete størrelser. De indlærte regneregler opfattes derfor kun at gælde for disse genkendelige størrelser. At et variabelnavn opfattes som en konkret størrelse og ikke kun som et tilfældigt umiddelbart ombyttebligt navn, illustreres af en oplevelse, da en 1.g-klasse skulle lære om resistansers temperaturafhængighed. Temperaturkoefficienten blev kaldt α, hvilket straks fremkaldte voldsomme protester fra eleverne. De havde jo netop i matematiktimerne lært, at α var roden i et 2.grads-polynomium - så kunne α jo ikke samtidig være en temperaturkoefficient! Der er således noget, som tyder på, at konkret tænkende elever ikke umiddelbart kan anvende indlærte matematiske færdigheder i andre sammenhænge end dem, de bliver præsenteret for i matematiktimerne.

Anvendelse af modeller.

Individer, som er bundet i et konkret tankemønster, kan anvende konkrete modeller som f.eks. en model af en dampmaskine eller en model af et hjerte (Shayer & Adey 1981).

Fysiske teorier er formelle modeller af naturfænomener. Formelle modeller kan bestå i at bruge konkrete observerbare ting som billeder på fysiske fænomener, som vi ikke med vore sanser kan observere direkte. F.eks. kan vi ikke observere elektroner direkte, men vi kan observere en elektrisk strøms virkninger, og vi kan observere forskellige stoffers kemiske egenskaber, som hænger sammen med forskellige elektronkonfigurationer. Vi tegner i disse sammenhænge ofte elektroner som små kugler og forklarer, hvordan kuglerne bevæger sig med en vis hastighed i en leder, eller hvordan de springer fra én skal til en anden. For mange er det en hjælp med dette konkrete billede. Men én af vore elever sagde, at hun syntes, at kemi var et meget abstrakt fag, fordi læreren fortalte om elektroner, som han ikke

selv havde set, og eleven opfattede derfor lærerens undervisning som snyd. Forskellen mellem en konkret model af et hjerte og denne model af en elektron er, at man ved, at man kan se et hjerte og føle på det. Der er måske nogle praktiske vanskeligheder med at observere et menneskehjerte så direkte, men så kan man se på et svinehjerte. Men billedet af elektronen som en kugle er jo kun et billede, man kan aldrig se denne kugle eller røre ved den - og forøvrigt er det jo slet ikke en kugle. For den konkret tænkende elev er der alligevel ikke noget rigtig konkret at holde sig til her.

En model, som det falder flere elever vanskeligt at forstå, er billedet af lys og anden elektromagnetisk stråling som bølger. Vi havde i en 1.g undervist i lysets bølgenatur, og for at gøre bølgefænomener virkelighedsnære for eleverne havde vi taget dem ud til det lokale vandløb og ladet dem kaste sten i vandet og observere de fremkomne bølgefænomener. Bagefter udtalte en elev om dette emne, at det havde været så uvirkeligt. Hun ville hellere lære noget om det virkelige liv!- f.eks. om solen og planeterne, som de lærte om på et andet tidspunkt. Hun sagde, at det havde været fuldstændig umuligt for hende at forbinde bølgerne i vandet med radiobølger eller lys. Igen er der for langt fra modellen til det fænomen, den skal beskrive.

De formelle modeller anvendes til en tolkning af observerede virkelige fænomener ved at sammenligne dem med de konsekvenser, der ved hjælp af nogle regler kan udledes af teoribygningens hypoteser. Men konkret tænkende elever har meget vanskeligt ved at anvende matematiske færdigheder i situationer, som delvist afviger fra indlæringssituationen. Man kan altså ikke genkende grundlæggende ens logiske strukturer i forskellige iklædninger, som beskrevet i forrige afsnit.

En anden vanskelighed ved anvendelse af formelle modeller er, at de som regel kræver, at man kan udføre tankeoperationer med flere uafhængige variable. Denne færdighed opnås først i den tidligt formelle udviklingsfase, hvor det dog stadigvæk volder vanskeligheder. I denne fase er det dog muligt at udlede kon-

sekvenser af simple kvantitative sammenhænge, som f.eks. trykkets afhængighed af kraft og areal, eller energioverførslens afhængighed af masse og temperaturændring.

I den tidligt formelle fase har mennesker endnu ikke mulighed for at kunne foretage kritiske sammenligninger af forskellige hypoteser. Det hænger sammen med, at en sådan sammenligning kræver, at mange variable skal kunne sammenholdes, hvilket endnu ikke er muligt i denne fase. Eksempelvis har vi afprøvet et undervisningsforløb i en 1.g, hvor både partikel- og bølgeteorierne for lysets natur blev gennemgået, og hvor teorierne blev sammenlignet. Mange elever fandt sammenligningen meget vanskelig, hvilket ifølge det ovenstående kunne have været forudsagt på grundlag af vores viden om, at en væsentlig del af vore elever endnu ikke er nået til den sent formelle fase, hvor en sammenligning af de forskellige modeller først bliver mulig.

I 1.g-fysikundervisningen har vi i nogle år afprøvet et lille undervisningsforløb, hvor eleverne skulle lave forsøg med at blande to mængder vand med forskellig temperatur og derefter måle blandingstemperaturen. Eleverne skulle lave adskillige af denne type forsøg og på baggrund af resultaterne finde en formel, hvormed blandingstemperaturen på forhånd kunne beregnes - eleverne skulle altså selv lave en lille formel model. Mange elever morede sig med at lave forsøgene og gætte på formler, men mange måtte også hjælpes med frustrationer over den for dem tilsyneladende håbløse opgave med at opstille en formel. En stor del af eleverne nåede aldrig at finde den rigtige formel, hvilket er i overensstemmelse med, at en stor del af eleverne ikke er nået til den formelle kognitive udviklingsfase og dermed ikke er i stand til at behandle problemstillinger med flere uafhængige variable (her var der fire: to masser og to temperaturer). Før den formelle fase er de heller ikke i stand til at drage slutninger fra formler med flere uafhængige variable. Selv for individer, som er nået ind i den tidligt formelle udviklingsfase, er antallet af uafhængige variable for stort, og desuden kan individer i denne fase ikke normalt udforske empiriske sammenhænge uden at få en tolk-

ningsmodel udleveret. Selv det at udlede konsekvenser af en given model kræver vejledning. Kun for individer i den sent formelle fase er det muligt at løse den stillede opgave - at finde den formel, som beskriver de observerede sammenhænge:

$$T_b = \frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2}$$

Én forudsætning for at kunne finde sammenhængen mellem de variable i dette vandblandingsforsøg er, at man kan indse nødvendigheden af at variere én parameter ad gangen, mens de øvrige fastholdes. Hvis alle parametre varieres samtidigt, er det umuligt at se nogle mønstre. En elev bundet i et konkret tankemønster vil imidlertid som regel variere flere parametre ad gangen. Men selv om de fik hjælp til variabelkontrol i form af et råd om at starte med lige store vandmasser, havde de fleste dog vanskeligt ved at finde formlen

$$T_b = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

Én elevgruppe arbejdede længe med formlen:

$$T_b = \frac{1}{2}T_1 + \frac{1}{8}T_2$$

fordi det havde passet på et enkelt forsøgsresultat. At formlen skal være $T_b = (T_1 + T_2)/2$ virker måske umiddelbart indlysende for fysiklæreren, men den involverer tre variable og er derfor vanskelig at håndtere for konkret tænkende elever.

Karakteristisk for konkret tænkende elever er, som tidligere beskrevet, deres ukritiske brug af associationer. I dette tilfælde nåede en elevgruppe frem til en formel for blandingstemperaturen, som så sådan ud:

$$T_b = \frac{T_1 - T_2}{m_1 - m_2}$$

De begrundede formlen med, at de var kommet til at tænke på formlen for en ret linies hældningskoefficient:

$$\alpha = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Denne formel havde de netop lært i matematik.

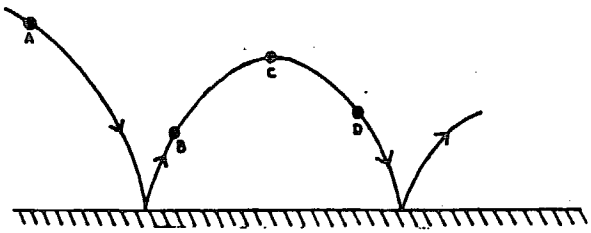
Vandblandingsforsøget er, som det er beskrevet her, et eksempel på selvopdagende indlæring - "discovery learning". Med viden om, at kun elever i den sent formelle udviklingsfase har mulighed for at løse opgaven i dette forsøg tilfredsstillende, og at kun et mindretal af vore elever er nået til denne fase, ville vi være betænkelige ved igen på samme måde at stille elever i en 1.g over for en opgavetype af denne art. Selvopdagende indlæringsforløb, hvor eleven selv skal opstille formelle modeller, vil således ofte stille kognitive krav, som flertallet af elever ikke har muligheder for at honorere.

Hverdagsbegreber og videnskabelige begreber.

De videnskabelige begreber, som eleverne lærer i skolen, er modeller af nogle naturfænomener. Men på det tidspunkt, da eleverne første gang møder skolens fysikundervisning, besidder de allerede en omfattende mængde ideer om naturen, de såkaldte hverdagsbegreber. F.eks. får børn tidligt den opfattelse, at en ting vil bevæge sig i retning af den påvirkende kraft: når man skubber et stykke legetøj, vil det bevæge sig i den retning, man skubber. Denne hverdagsforestilling, at hastigheden vil have samme retning som den bevægende kraft, er imidlertid ikke i overensstemmelse med den videnskabelige forklaring, Newtons 2. lov, som siger, at det er hastighedsændringen og dermed accelerationen, som er ensrettet med kraften. De fleste elever lærer dog Newtons 2. lov så godt, at de er i stand til at anvende den korrekt til at løse de fysikopgaver, som stilles i skolen - også i tilfælde hvor kraft og hastighed ikke er ensrettede. Men hvis man giver eleverne en opgave som den nedenstående, som ligner en dagligdagssituation og ikke en traditionel fysikopgave, så vil de fleste elever glemme at

anvende de begreber, de har lært i skolen, og i stedet anvende deres tidligere erhvervede hverdagsbegreber.

"En bold bliver kastet ned på et bord således, at den følger den bane, som er vist på figuren. Indtegn de kræfter, som virker på bolden i positionerne A, B, C og D. Se bort fra luftmodstanden.



Giv en kort forklaring."

figur 3.4. Eksempel på testopgave. (fra Nielsen & Thomsen 1983).

H. Nielsen og P.V. Thomsen har lavet en undersøgelse af danske gymnasieelevers hverdagsbegreber, hvori deltog ca. 1000 elever. Undersøgelsen viser bl.a., at knap halvdelen af drengene og kun 1/4 af pigerne i 3.mF kunne svare korrekt på opgaven (Nielsen & Thomsen 1983). Den oftest forekommende fejl er, at eleverne tegner kræfter i bevægelsesretningen. Undersøgelser i andre lande viser tilsvarende resultater.

Hverdagsbegreber i mekanik har været genstand for mange undersøgelser. Ud over den ovenfor beskrevne opfattelse, at kraften har samme retning som bevægelsesretningen, er det også udbredte hverdagsopfattelser, at en bevægelse med jævn hastighed kræver påvirkning af en kraft, samt at hvis et legeme ikke bevæger sig, så virker der ikke nogen kræfter på det.

Hverdagsforestillinger om gravitation indeholder opfattelser af, at gravitation har noget at gøre med atmosfæren, og at udenfor atmosfæren virker gravitationen ikke (f.eks. skulle astronauter være vægtløse på månen, fordi månen ikke har nogen atmosfære). Ligeledes er det en udbredt opfattelse, at gravitationen kun virker på faldende legemer.

Varme er også et fænomen, som alle får tidligt kendskab til, og det kan derfor ikke undre, at der også på dette område eksisterer hverdagsopfattelser, hvoraf nogle er i strid med de videnskabelige begreber. Varme bliver f.eks. ofte opfattet som en materie, som trænger ind i legemer, når de opvarmes (i overensstemmelse med den gamle caloric-teori). En 1.g-elev, som havde lært varmelære, besvarede et spørgsmål om, hvorfor der skal bruges plastik ved isolering af en væg, således:

> "Varmen trænger ud mod væggen, og plastikken slår den tilbage mod huset."

Denne besvarelse bærer præg af dagligdags sprogbrug, og i den ligger implicit en forestilling om varme som en substans. Man ser for sig nogle bolde, som kastes ind mod væggen og slås tilbage.

Ovenstående eksempler på hverdagsbegreber, og flere med, er beskrevet i en artikel af J.K. Gilbert og D.M. Watts (1983). Eleverne vil i stor udstrækning anvende disse hverdagsbegreber, selv om de er i modstrid med de begreber, som de har lært i fysikundervisningen, når de bliver stillet over for opgaver, som er formuleret mere tæt på dagligdags erfaringer, end de er vant til fra undervisningen. Denne manglende evne til at overføre de formelle begreber til situationer, hvor man ikke tidligere har prøvet at anvende dem, kan også ses som et eksempel på konkret tænkende individers vanskelighed ved at genkende de samme grundlæggende strukturer i situationer, hvor de ikke før er set. Det er et fænomen, som på visse måder ligner det tidligere beskrevne problem, at en del elever har vanskeligt ved at anvende matematiske færdigheder, indlært i matematiktimerne, i fysiktimerne. Indlæringsprocessen er altså ikke blevet

fuldført. Det er ikke nok at præsentere de videnskabelige begreber. Det at lære at anvende disse begreber på mange forskellige situationer er en lang proces, som eleverne ikke kan forventes selv at fuldføre uden at blive præsenteret for mange forskellige eksempler.

Et andet aspekt af elevernes manglende evner til at anvende videnskabelige begreber på hverdagsfænomener er, at en hverdagskontekst vækker helt andre associationer og forventninger til, hvordan man skal behandle den, end en "tør videnskabelig" tekst. F.eks. fik nogle af vore elever den opgave at besvare spørgsmålet om, hvorfor et æg går i stykker, når det falder ned på en hård bordplade, men ikke når det falder ned på et stykke skumgummi. Opgaven blev stillet i sammenhæng med undervisning i Newtons love. En elev reagerede straks på opgaven ved at udbryde, at det da ikke havde nogen forbindelse med Newtons love. Afstanden mellem den teoretiske fysikundervisning i skolen og ægget hjemme i køkkenet var åbenbart for stor.

I det engelske forskningsprojekt APU (Murphy & Qualter 1986) har man fundet ud af, at når elever præsenteres for opgaver i en bred, hverdagslignende kontekst, så reagerer piger og drenge forskelligt. Drenge er mere tilbøjelige end piger til at acceptere det stillede spørgsmål, og er bedre til at indsnævre problemstillingen til det, der netop er relevant for at kunne løse den stillede opgave, og også til at give formelle forklaringer med anvendelse af videnskabelige begreber. Pigerne angriber bredere og forkaster oftere det opstillede problem, og formulerer andre problemer, som forekommer dem mere relevante. Pigernes manglende villighed til at indsnævre problematikken og blot betragte en del detailoplysninger som "støj" medfører, at piger sjældnere anvender de formelle videnskabelige begreber i en besvarelse.

I kapitel 5 beskrives nogle forslag til, hvorledes man i undervisningen kan hjælpe eleverne til at anvende de videnskabelige begreber på mange forskelligartede fænomener.

Om hvad det vil sige at "forklare" naturfænomener.

I både matematik- og fysikundervisningen er vi ofte stødt på forskelle mellem elevernes og vore egne (lærernes) holdninger til, hvorledes man skal tolke de fænomener, som faget beskriver. For en matematiklærer er det en væsentlig og interessant del af faget at bevise formelle relationer, mens eleverne ofte ikke kan se behovet for beviser. I stedet for elsker de at løse opgaver, hvor de skal anvende indlærte regler.

I fysik er eleverne glade for beskrivelser af naturfænomener i stil med dem, man finder i populærvidenskabelige skrifter, hvorimod de ofte finder det mindre interessant eller ligefrem uvedkommende at lære om tolkning af disse fænomener ved hjælp af de mere grundlæggende formelle modeller - naturlovene. Denne forskel mellem elevernes og lærernes opfattelse af, hvad en god tolkning af naturfænomener indeholder, trådte meget klart frem for os, da eleverne på et tidspunkt havde fået til opgave at besvare nogle kvalitative opgaver i emnet "Jordens energibalance og klima". Eleverne havde på det tidspunkt lært om begreberne: varmefylde, varmekapacitet, smeltevarme, fordampningsvarme, varmeledningsevne samt relativ og absolut fugtighed. Hensigten med at undervise i jordens energibalance og klima var bl.a. at vise eleverne nogle relevante anvendelser af de indlærte begreber. Essensen i alle opgaverne var, at eleverne skulle "forklare" et dagligdags fænomen ud fra deres kendskab til de formelle modeller i varmelæren, d.v.s. at de skulle anvende de ovenfor nævnte begreber. Alle opgaver indeholdt opfordringen "forklar". Vores forbavselse var derfor stor, da vi så, at mange opgavebesvarelser ikke indeholdt "forklaringer", men snarere noget vi ville kalde beskrivelser, analogier eller andet. Ordet "forklaring" havde åbenbart en anden betydning for eleverne end for os lærere.

OPGAVER I "JORDENS ENERGIBALANCE OG KLIMA"

Prøveopgave. Om vinteren er det som regel tydeligt, at der kommer damp op fra skorstene, mens man om sommeren ofte ikke kan se noget, selv om fyret er igang. Forklar denne forskel.

Opgave 18. Forklar, hvorfor uopvarmede kældre er fugtige om sommeren, men ikke om vinteren.
Forklar, hvorfor der ofte sætter sig dug på indersiden af den yderste rude, hvis man har forsatsruder.
Når man isolerer sætter man et lag plastik på den ene side af isolationen. Hvad er formålet hermed, og skal plastikken (den såkaldte dampspærre) sidde på den varme eller den kolde side af isolationen?

Opgave 19. Forklar, hvorfor der er dug på græsset om morgenen efter en klar sommernat, og hvorfor der er rim på græsset efter en klar vinternat.

Opgave 20. Forklar, hvad "mosekonebryg" er. På hvilke tidspunkter af året og af døgnet ses det især? Forklar, hvorledes mosekonebryggen opstår.

Figur 3.5.

Det viser sig imidlertid, at den tolkning af fænomener, som fysiklærere ofte finder mest interessant og betegner med begrebet "forklaring", er en tolkning af fænomener, som er karakteristisk for et individ, hvis tankemønstre karakteriseres som sent formelle. Elever, som endnu ikke er nået så langt i den kognitive udvikling, vil hverken føle behov for eller være i stand til at lave den slags tolkninger. Deres tolkninger vil række fra den rene bekrivelse til tolkninger, som ligger et sted imellem den rene beskrivelse og den rene "forklaring" ud fra formelle modeller, afhængig af kognitiv udviklingsfase (Shayer & Adey 1981). Ordene "beskrivelse" og "forklaring" kan således ses som yderpunkter i et kontinuum af vores tolkning af omgivelserne. Fysiklærerne og et flertal af eleverne forstår simpelthen ikke det samme ved ordet "forklaring". Hvis læreren ikke er klar over denne forskel mellem hendes egen og elevernes tilbøjelighed til og evner for tolkning af fænomenerne, kan det give anledning til en uhensigtsmæssig undervisning. Desuden har piger og drenge tilbøjelighed til at tolke dagligdags fænomener forskelligt, som det blev beskrevet i foregående afsnit.

Shayer og Adey (1981) har beskrevet nogle karakteristiske egenskaber ved tolkning af omgivelserne i de forskellige udviklingsfaser, som vi vil resumere kort. Nogle af disse forhold har vi allerede berørt i det tidligere afsnit om anvendelse af modeller.

Konkrete tænkere fortolker hovedsageligt omgivelserne ved at beskrive dem. De kan indføre årsags-virkningsrelationer som simple relationer mellem to parametre (ikke flere!) af typen "når det ene går op, så går det andet ned". Konkrete tænkere kan ikke tolke fænomener ved hjælp af formelle modeller, og de føler derfor heller ikke noget behov for at involvere formelle modeller i deres tolkninger.

I den tidligt formelle fase vil individet stadig hovedsageligt forholde sig beskrivende til omgivelserne. Dog vil individet nu også søge en årsagssammenhæng bag ved observerede relationer mellem fænomener. Nu erkendes, at der kan være flere år-

sager til en observeret virkning, eller at flere virkninger kan tilskrives en enkelt årsag. En elev i denne fase kan nu ved hjælp af en vejledning undersøge, hvorledes et simpelt system med flere uafhængige parametre (f.eks. P = F/A ; R = ϱ·l/A) vil opføre sig, når parametrene varieres. Men eleven vil føle sig forvirret i en situation, hvor hun eller han eksperimentelt skal undersøge nogle relationer uden at have en klar tolkningsmodel til hjælp. D.v.s. at eleven f.eks. vil kunne klare den opgave at undersøge, om R er proportional med l, og om R er omvendt proportional med A, mens eleven ikke vil kunne klare opgaven, hvis den formuleres således: "Undersøg, hvorledes R afhænger af A og l".

Først i den sent formelle udviklingsfase vil individer virkelig prøve at tolke omverdenen ved at søge "forklaringer". I denne fase vil man afprøve flere forskellige forklarende modeller, og man kan undersøge empiriske relationer uden at have en tolkningsmodel til hjælp. Man kan nu behandle relationer, der indeholder adskillige variable. Man er klar over, at når et system med flere forskellige uafhængige parametre skal undersøges, så må man nøjes med at variere én parameter ad gangen (altså f.eks. holde A konstant, når R's afhængighed af l skal undersøges). Først i denne fase kan man behandle kvantitative forhold i forhold til hinanden, som f.eks. i problemer, der kræver anvendelse af Arkimedes' lov, hvor to massefylder, altså to forhold mellem masse og volumen, indgår samtidigt.

Ovenstående korte resumé af Shayer og Adeys beskrivelse af karakteristika ved omverdenstolkninger i forskellige kognitive udviklingsfaser illustreres af nedenstående analyse af elevernes besvarelser af de tidligere omtalte "forklar"-opgaver, som er gengivet i figur 3.5.

Opgavebesvarelserne var meget forskellige, og de tillader ikke en opdeling i et begrænset antal kategorier og en kvantitativ analyse af besvarelsernes fordeling på kategorier. Det, der imidlertid kom ud af analysen, var, at nogle få typiske tolkningsmønstre kunne genkendes i adskillige besvarelser. Vi har

valgt at præsentere tre tolkningsmønstre her, som vi har kaldt:

- Tolkning som beskrivelse
- Tolkning som klassifikation
- Tolkning som korrelation

Tolkning som beskrivelse.

opgave 19: "Om morgenen efter en klar sommernat er der dug (fugtigt vand). Efter en klar vinternat er der også dug, men denne er frosset, så der er der rim."

Denne besvarelse er en ren beskrivelse uden forsøg på at inddrage nogen form for årsags-virknings-sammenhæng, hvilket er karakteristisk for et individ, som endnu er helt bundet i det konkrete tankemønster.

Tolkning som klassifikation.

Prøveopgave: "Om vinteren er der større forskel på udetemperaturen og røgen fra skorstenen end om sommeren. Om vinteren fortættes varmen til damp, fordi der er så koldt. Kan også ses fra udåndingen fra et menneske."

I denne tolkning er opgavens fænomen - den synlige damp fra skorstenen - sammenlignet med et andet fænomen: den synlige udånding. Eleven har her fundet, at det var en væsentlig del af tolkningen at klassificere det betragtede fænomen i en kategori sammen med et andet kendt fænomen, nemlig at menneskets udånding er synlig om vinteren. Denne form for tolkning kan anvendes af individer, når de er nået til omkring overgangen mellem den sent konkrete og tidligt formelle udviklingsfase. I fysikundervisningen vil den tolkning dog ikke blive betragtet som fyldestgørende. Vi vil også kræve en "forklaring" ud fra den formelle model, der angiver sammenhængen mellem begreberne absolut fugtighed og temperatur.

Tolkning i form af klassifikation bliver anvendt i fysikundervisningen i enkelte tilfælde, mens denne form for tolkning i større udstrækning anvendes i andre naturvidenskabelige fag. I fysik klassificerer vi f.eks. stoffer i ledere, halvledere og isolatorer. I kemi bruges klassifikationer nok oftere. Eksempler på kemiske klassifikationer er syrer/baser og klassifikationer i den organiske kemi f.eks. kulbrinter/alkoholer/aldehyder og ketoner/syrer o.s.v. I botanik klassificeres planterne i grupper, ordner, familier, slægter og arter. F.eks. opdeles frøplanter i to hovedgrupper: Nøgenfrøede/dækfrøede. De dækfrøede opdeles derefter i enkimbladede og tokimbladede o.s.v. Tilsvarende opdelinger findes i zoologien, f.eks. opdeles de placentale pattedyr i 16 ordner.

Analogidannelse er også en slags klassifikation. Forskellen mellem de to begreber er, at klassifikation af forskellige fænomener i samme kategori som regel vedrører fænomener med mange fælles karakteristika (kategorien "pattedyr" f.eks.), mens analogidannelse kan ske mellem meget forskellige fænomener (f.eks. æblets fald mod jorden og månens fastholdelse i en bane omkring jorden). Der er ingen tvivl om, at analogidannelse er en væsentlig ingrediens i den kreative del af megen forskning, bl.a. også fysik. D.A. Simonis (1987) beskriver den kreative proces som opdagelsen af en ny enhed i de eksisterende erfaringer - "explosions of hidden likeness". Hun citerer Bertrand Russell for et udsagn om, at matematikken begyndte, da man opdagede, at et par fasaner og et par dage havde noget tilfælles, nemlig tallet 2.

I skolefaget fysik er tolkning i form af klassifikation imidlertid meget lidt anvendt. Det skyldes vel, at vi i skolefaget søger at formidle den etablerede fysiske viden, som er kommet længere i tolkningen end til ren klassifikation. Imidlertid er analogidannelse en tankeoperation, som eleverne finder det naturligt at udføre, og Simonis har udviklet inspirerende undervisningsmaterialer, hvor undervisning i analogidannelse indgår som et væsentligt element. Hun har fundet, at denne form for undervisning kan være en stor hjælp, når elever skal

lære om fænomener, som f.eks. involverer store tal i tid og rum, skjulte reaktioner eller subtile egenskaber ved stof.

Tolkning som korrelation.

opgave 18: "Fugtige kældre opstår om sommeren, fordi der er højere temperatur udenfor end nede i kælderen. Om vinteren derimod er der lavere temperatur uden for kælderen, og derfor opstår der ikke fugt."

opgave 20: "Mosekonebryg opstår, når den kolde luft mødes med det varmere vand."

Besvarelserne viser, at eleverne har bemærket, at nogle fænomener ofte observeres samtidigt. Her er det henholdsvis stor temperaturforskel mellem ude og inde sammen med fugt i kælderen og kombinationen kold luft/varmt vand sammen med mosekonebryg. Den slags simple årsags-virknings-sammenhænge, hvori der kun indgår to variable, er som tidligere beskrevet karakteristiske for konkrete tænkere. Der er ikke gjort forsøg på at give en forklaring ud fra en formel model. En sådan forklaring ville også i begge tilfælde involvere mere end to variable. F.eks. bør indholdet af vanddamp i kælderluften også indgå i en fyldestgørende forklaring - vanddampene fortættes jo ikke om sommeren, hvis kælderluftens fugtighed holdes under et vist niveau. I opgaven om mosekonebryg skal luftens fugtindhold ligeledes indgå i en fuldstændig forklaring. Konkrete tænkere vil imidlertid ignorere nogle af de indgående variable, hvis der indgår flere end to. Denne sammenkædning af to variables opførsel kaldes en korrelation i modsætning til en forklaring, som involverer slutninger ud fra en mere generel formel model.

Observationer af korrelationer er en udmærket metode i den tidlige udforskning af nye fænomener. Men samtidig er det ofte farligt at anse korrelationer for fyldestgørende forklaringer - eventuelle udeladte parametre kan i visse situationer spille en afgørende rolle.

3.4. TOLKNING I ANDRE FAG.

I humanistiske fag og i sprogfag skal eleverne tolke tekster. I disse fag findes også et kontinuum af tolkningsmuligheder fra den rene beskrivelse til en mere analyserende tolkning. Det er vort indtryk, at en del elever også her har lettere ved ren beskrivelse end ved mere analyserende tolkning.

Det ville være en spændende opgave at lave en tværfaglig dybdegående analyse af i hvor stor udstrækning, problemerne i forskellige fag ligner hinanden. At der er ligheder har vi fået indtryk af ved at tale med lærere fra flere forskellige fag (se også Beyer & Heise 1987). Som illustration vil vi omtale nogle erfaringer fra faget engelsk. Elisabeth Boelskov (1987) har fortalt om de såkaldte "kommenteringsopgaver", som eleverne skal lave i skriftlig engelsk. De skal læse en tekst, som der bliver stillet forskellige opgaver til.

Nogle opgaver kræver hovedsageligt en beskrivelse af teksten, og det er den type opgaver, som flest elever kan klare.

Andre opgaver går ud på at resumere teksten. Det viser sig, at flere elever har vanskeligt ved denne type opgaver. At resumere kræver evnen til at kunne sammenholde mange parametre, at uddrage de væsentlige, d.v.s. at strukturere teksten. Disse krav har en vis lighed med de krav, vi stiller i faget fysik, om at elever ofte skal kunne analysere problemer med adskillige variable, hvor mange af vore elever kun kan klare to variable ad gangen.

De vanskeligste opgaver blandt de engelske kommenteringsopgaver stiller krav om, at eleverne skal kunne analysere/diskutere en tekst. I denne type opgaver kræves det f.eks., at eleverne skal kunne analysere årsager til menneskers handlemåde og eventuelt kunne analysere årsagerne til opførslen hos flere personer, som er i indbyrdes konflikt. Ligeledes skal de kunne analysere forfatterens bevæggrunde til anvendelse af

symboler og til den valgte udformning af teksten. Denne form for analyse ligner til en vis grad den tolkning, som eleverne i fysik skal foretage ved hjælp af formelle modeller, og som vi her har kaldt "forklaring". Som beskrevet i det foregående afsnit er det også i fysik denne form for tolkning, som de færreste elever kan klare.

3.5. UDVIKLING AF FORMEL TÆNKNING - HVAD KAN UNDERVISNINGEN GØRE ?

Andetsteds i denne rapport beskrives forskellige kognitive indlæringsteorier, men vi kan ikke undlade her at pege på et grundlæggende spørgsmål, man som fysiklærer må stille sig, hvis man ønsker at ændre undervisningen som en konsekvens af de rent kognitive problemer, den hidtidige undervisningspraksis har medført. Så vidt vi kan se, er der ikke givet noget endeligt svar på dette spørgsmål, som lyder:

> "Skal indholdet i gymnasiefaget fysik ændres således, at der ikke undervises i emner, som nødvendigvis stiller kognitive krav, som en væsentlig del af vore elever ikke kan honorere - eller er det muligt, at den rette undervisning kan accelerere den kognitive udvikling, og kan der derfor med held undervises i selv kognitivt krævende emner, hvis undervisningsmetoderne forbedres ?"

I deres bog fra 1981 står Shayer og Adey i det store og hele som eksponenter for det første synspunkt, hvilket det nedenstående uddrag belyser:

> "En anden antagelse, som vi måtte forlade, er, at hvad der er "sweet" for læreren på de videregående niveauer også er det rigtige for eleverne. At komme tættere og tættere på den universitetsansatte forskers tænkemåde og eksperimentelle metoder i skolen kan forekomme ikke bare spændende, men også umiddel-

bart rigtigt for mange lærere i naturvidenskabelige fag. I lyset af den måde, hvorpå vore elever reagerer i undervisningen i de naturvidenskabelige fag, synes dette imidlertid at være en tilfredsstillelse af lærerens og nogle få elevers interesser og behov på bekostning af de fleste elevers. Med mindre (og indtil) en sådan lærerholdning erkendes og forlades, er det sandsynligt, at de kognitive krav i den naturvidenskabelige undervisning vil fortsætte med at vokse."

Andre mener, at det er muligt at accelerere den kognitive udvikling, hvis undervisningen tilrettelægges hensigtsmæssigt. Denne holdning ligger bl.a. bag Ausubels indlæringsteori, som beskrives i kapitel 5. Også Paulsen (1983) giver udtryk for denne holdning. Han skriver:

"For det første er det en misforståelse af udviklingsteorien, at et individ enten er konkret eller formelt tænkende. Tankemønstret er ikke alene afhængig af individet, men også af hvilken situation, der er tale om. Et individ kan udmærket tænke konkret i én situation og formelt i en anden. Det afhænger af de muligheder, individet har haft for at udvikle sig inden for det pågældende område, altså af de tidligere erfaringer.

.....

Et formelt mønster udvikles på grundlag af konkrete erfaringer. Det konkrete mønster går forud for det formelle og kan ikke springes over, om man vil behandle situationen på en formålstjenlig måde. Der, hvor erfaringen mangler, hvor det konkrete mønster springes over, har eleven kun en udvej: <u>At lære udenad uden at forstå</u>.

.....

Skal fysikundervisningen udvikle elevernes formelle tankemønster på en række relevante områder, så må undervisningen <u>hver gang</u>, der er tale om et nyt

fænomenfelt tage sit udgangspunkt i elevernes erfaringer."

Ovenfor understreges betydningen af at tage udgangspunkt i elevernes erfaringer. Det kan gøres i mange forskellige situationer og på mange forskellige måder. Nogle undersøgelser tyder imidlertid på, at det måske ikke i alle situationer er det mest hensigtsmæssige udgangspunkt. Således har A. Dreyfus og E. Jungwirth (1980) undersøgt, om elever i 9. klasse havde lettere ved at ræsonnere logisk på problemstillinger i en hverdagskontekst end på problemstillinger med en tilsvarende logisk struktur i en biologisk sammenhæng. Resultatet var, at eleverne i almindelige skoler havde vanskeligere ved at svare på problemet, når det blev formuleret i en hverdagskontekst, mens kvaliteten af besvarelserne fra elever i eliteskoler var uafhængig af konteksten. I denne undersøgelse viste det sig også, at for elever i både almindelige og eliteskoler var det lettere at besvare en biologi-opgave, hvis de først havde besvaret en anden biologi-opgave med tilsvarende logisk struktur, end hvis de først havde besvaret en opgave med samme logiske struktur, men i en hverdagskontekst. I denne undersøgelse er der ikke skelnet mellem pigers og drenges besvarelser, men resultaterne fra det tidligere refererede engelske projekt APU (Murphy & Qualter 1986) viser, at det i større udstrækning gælder for piger end for drenge, at en hverdagskontekst slører en opgaves logiske struktur. Den her skildrede vanskelighed ved at genkende ens logiske strukturer i forskellige kontekster ligner konkret tænkende elevers vanskeligheder ved at anvende matematik på fysiske problemstillinger.

Hvad angår nødvendigheden af konkrete erfaringer før et formelt tankemønster kan udvikles, påpeger Paulsen også, at netop pigerne som gruppe har færre erfaringer, som er relevante for fysikundervisningen, end drengene har, og at dette måske kan være en af årsagerne til, at færre piger end drenge tilsyneladende kan tænke formelt i fysikundervisningen. Adskillige både danske og udenlandske undersøgelser har påvist væsentlige forskelle mellem de praktiske erfaringer, som piger og drenge gør i deres fritid (Sørensen 1985; Lie & Sjøberg 1984; Johnson

& Murphy 1986). Det virker sandsynligt, at denne forskel i praktiske konkrete erfaringer er medvirkende til at give pigerne et svagere udgangspunkt end drengene, men ifølge A. Kelly (1987) findes der ikke undersøgelser, som faktisk viser denne sammenhæng. Ud fra data fra det store engelske GIST-projekt (Girls Into Science and Technology) viser hun, at de piger, som har leget med mekanisk legetøj og deltaget i de småreparationer i hjemmet, som faderen som regel udfører, kun klarer sig meget lidt bedre i skolens fysikundervisning end andre piger. Disse piger valgte også kun lidt oftere end andre piger at gå videre med en udvidet fysikundervisning i skolen, når de havde mulighed for at foretage et valg. For drengenes vedkommende kunne der ikke påvises nogen sammenhæng mellem omfanget af deres håndværksmæssige aktiviteter i fritiden og karakterer i fysikundervisningen eller deres senere tilbøjelighed til at vælge udvidede fysikkurser i skolen. Der er altså ikke her nogen stærk indikation af, at konkrete erfaringer er afgørende for udvikling af formel tænkning. Men det forhold, at de konkrete erfaringer trods alt påvirkede pigernes præstationer og valg en lille smule i modsætning til drengenes, kunne måske tolkes således, at konkrete erfaringer kan fjerne nogle blokeringer over for faget, som kan skyldes traditionelle kønsrollemønstre.

For begge køn viste der sig imidlertid en stærk sammenhæng mellem valg af udvidede fysikkurser og omfanget af elevernes fritidsbeskæftigelse med teoretiske naturvidenskabelige aktiviteter såsom at læse om naturvidenskabelige emner og kikke stjerner. For drengenes vedkommende, men ikke for pigernes, var der også en sammenhæng mellem deres præstationer i fysikundervisningen og de teoretiske aktiviteter.

Imidlertid fandt Kelly, at for både piger og drenge var der den stærkeste sammenhæng mellem deres valg af fysik samt præstationer i faget og deres sociale baggrund, således at elever fra hjem med en uddannelsesnær baggrund i væsentlig større udstrækning end elever fra andre hjem valgte fysik og klarede sig godt i faget. Kelly konkluderer således, at elevernes praktiske, håndværksmæssige fritidsaktiviteter havde ringe

eller ingen betydning for elevernes valg af fysik og deres præstationer i faget. De teoretiske naturvidenskabelige fritidsaktiviteter havde en vis indflydelse, men langt den stærkeste enkeltfaktor var elevernes sociale baggrund.

Ovenstående konklusion tyder på, at der i hjem, hvor der foregår mange diskussioner af forskellige emner, udvikles evner hos børnene, som gør det lettere for dem at honorere fysikundervisningens krav. Ved sådanne diskussioner stilles formentlig i en vis udstrækning samme krav som ved tolkning af tekster i sprogfag og humanistiske fag. I afsnit 3.4 påviste vi, hvorledes dette kræver nogle af de samme kognitive færdigheder, som kræves ved formel tænkning i naturvidenskabelige fag. Om der er tale om en direkte overførsel af færdigheder fra emneområder og situationer i hjemmet til fysikundervisningen i skolen ved vi ikke. Vi har således i dette kapitel citeret flere forfattere, som ikke mener, at en sådan overførsel umiddelbart finder sted (Paulsen 1983, Novak 1978). Måske kan der i nogle opvækstmiljøer være faktorer, som generelt fremmer udviklingen af kognitive evner i flere forskellige sammenhænge. At nogle mennesker tilsyneladende tænker formelt inden for nogle områder, men ikke inden for andre, kunne så måske også hænge sammen med blokeringer overfor disse andre fagområder. Sådanne blokeringer kan have flere årsager som f.eks. oplevelse af nederlag i faget på et tidligt tidspunkt, et tidligt fravalg af faget som kan få det til at synes utilgængeligt, manglende elementære færdigheder (f.eks. regnefærdighed, praktisk færdighed, grammatikalsk viden), som effektivt kan hindre enhver beskæftigelse med faget. Sådanne blokeringer og barrierer er formentligt én af årsagerne til, at piger tilsyneladende i mindre udstrækning end drengene udvikler evnen til formel tænkning i fysik, selv om deres opvækstmiljø er det samme som drengenes.

I de følgende kapitler diskuteres andre mulige årsager til forskelle mellem pigers og drenges interesse for fysikundervisningen. Forskelle mellem pigers og drenges indlæringsstil og de heraf følgende konsekvenser for de konstaterede præsta-

tionsforskelle diskuteres i kapitel 4. I kapitel 6 behandles betydningen af kønsforskelle i interesser.

KAPITEL 4.

Pigers og drenges indlæringsstil.

Vi har ovenfor beskrevet nogle af de træk ved fagets karakter og undervisningstradition, der gør fysik til et særligt vanskeligt skolefag. Faktisk genfindes disse træk i dele af andre skolefag, og der viser sig da også at være kønsforskelle i interesser og præstationer knyttet til netop disse delemner. I nærværende afsnit vil vi forsøge at finde en forklaring på, at vanskelighederne i fysik og beslægtede fag tilsyneladende er særligt store for piger/kvinder. Vi vil støtte os på europæiske undersøgelser af forholdene i fysik og amerikanske undersøgelser af kønsforskelle i matematik. Men vi er overbeviste om, at diskussionen også har relevans for andre fag som historie, samfundsfag, fremmedsprog, biologi, kemi, osv. (jvf. diskussionen i de foregående kapitler).

4.1. INDLÆRING OG RISIKOVILLIGHED.

En del af forklaringen på de observerede kønsforskelle i fysikpræstationer, især ved eksaminer og tests, er efter vores mening, at piger og drenge udvikler forskellig INDLÆRINGSSTIL. Dette indebærer bl.a., at de to køn opnår forskellige sæt af vaner og reaktioner i forbindelse med indlæringssituationen (Beyer & Reich 1987; Beyer, Blegaa & Vedelsby 1985a,b).

Der er delvist tale om psykologiske forskelle, men vi vil gerne understrege, at disse forskelle efter vores overbevis-

ning er et resultat af de forskelle, der møder de to køn i opdragelse, undervisning og forventninger i almindelighed.

I udenlandsk litteratur møder man ofte beslægtede begreber som "cognitive style" og "problem solving style". Ved at vælge betegnelsen indlæringsstil har vi ønsket at understrege, at vi taler om reaktioner på undervisningssituationer - altså noget tillært, der kan ændres. Vi ser ikke nogen grund til at antage, at der skulle være principiel forskel på erkendelsen hos de to køn. Samtidig finder vi det nødvendigt at betragte indlæringen som resultatet af et samspil af kognitive og affektive faktorer.

I det følgende vil vi igennem inddragelsen af forskellige synsvinkler og teorier forsøge at indkredse begrebet "indlæringsstil" og de dermed forbundne kønsforskelle. Til dette formål vil enkelte aspekter af indlæringsteori og betydningen af affektive faktorer blive foreløbigt diskuteret. Opmærksomheden skal dog straks henledes på den egentlige og mere sammenhængende behandling af disse emner i senere afsnit: I kapitel 5 giver vi en oversigt over teorier for indlæring og undervisningstilrettelæggelse med særligt sigte på de teoretiske dele af naturvidenskab, og i kapitel 7 og 8 behandles kønsroller, pigepædagogik og vore forsøg på at integrere følelser og intellekt i undervisningen.

Indlæring, kriser og afklaring.

Der er mange teorier for indlæring, men fælles for de fleste aktuelle teorier er nok, at de kan siges at være "konstruktivistiske" eller "opdagelsesorienterede" i den forstand, at indlæringen ikke betragtes som en banal "påfyldning" af viden og færdigheder serveret på bedste måde af læreren eller lærebogen. Viden, forståelse og erkendelse er fundamentalt set resultat af en proces, der foregår i eleven.

Tilegnelsen af et nyt videnselement betyder indlemmelsen heraf i en allerede eksisterende kognitiv struktur. Læreren kan stimulere og på anden måde have indflydelse på indlæringspro-

cessen, men det afgørende er, at "indlæringsproduktet" konstrueres i og af eleven selv. Det er derfor klart, at elevens motivation har afgørende indflydelse på resultatet.

Figur 4.1. Indlæring opfattes ikke mere som ren "reception".

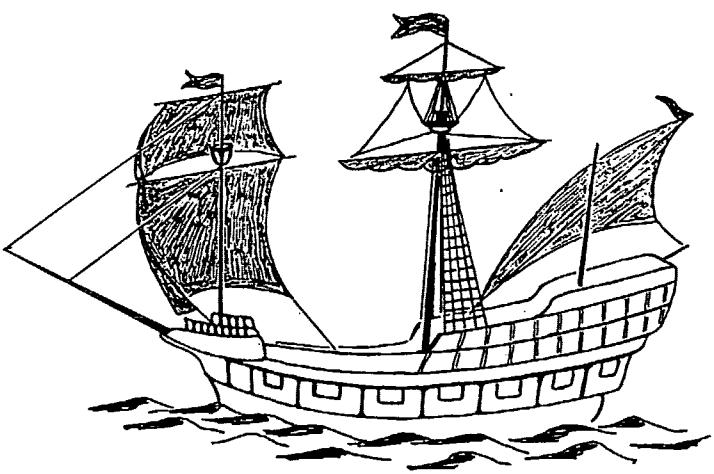
I nogle tilfælde kan den ny viden uden større problemer indpasses i den eksisterende referenceramme eller kognitive struktur: indlæringen sker ved assimmilation. I andre tilfælde er indlæringsprocessen mere problemfyldt. Den nye viden er på en eller anden måde i konflikt med den eksisterende kognitive struktur. I disse tilfælde må eleven gennemleve en KRISE, konflikten med det tidligere indlærte må bearbejdes og forståelsen revideres. Der sker herved en ændring i den kognitive struktur, og processen kaldes (i nogle teorier) for akkommodation.

Hvis denne krise ikke gennemleves, sker der ingen meningsfuld indlæring. I nogle tilfælde opstår en såkaldt "parallelind-

læring" med det resultat, at de nye begreber og forestillinger eksisterer side om side med den tidligere erhvervede viden. Konsekvensen er den kendte, at eleven svarer ud fra den nye "forståelse" ved opgaver af samme type som blev anvendt ved indlæringen, mens de anvender de "gamle" hverdagsforestillinger i andre situationer, f.eks. ved bredere opgaver, der er formuleret i en hverdagsagtig kontekst, se kapitel 3 og 5.

Det affektive aspekt: risiko eller tryghed.

Sådanne ubevidste konflikter mellem videnskabelige begreber og hverdagsforestillinger giver anledning til en følelsesmæssig krise. Indlæringssituationer, der af læreren opleves som banale og hverdagsagtige, kan af eleven opleves som meget belastende og ubehagelige: med et billede lånt fra den konfluente pædagogik (Grendstad, 1983, se i øvrigt kapitel 8) kan man sige, at eleven i lighed med tidligere tiders opdagelsesrejsende skal forlade det kendte og trygge til fordel for det ukendte og spændende.



For at få del i oplevelser og opdagelser må man løbe en risiko. Man må give slip på det tilvante og trygge uden at kende omkostningerne eller belønningen.

Kønsforskelle i indlæringsstil har at gøre med forskelle i forberedelsen til disse risikobetonede indlæringsprocesser, idet piger - ifølge vores hypotese - i mindre grad end drenge besidder den SELVTILLID og RISIKOVILLIGHED som kræves. Resultatet er, at piger i højere grad end drenge ty'r til udenadslæren.

Undersøgelser har vist, at det ofte er pigerne, der er mest utilfredse med en ufuldstændig forståelse (se f.eks. Lie & Sjøberg 1984). Dette kan fortolkes på flere måder. En vigtig del af forklaringen er uden tvivl, at pigerne er mere ærlige, de tør godt indrømme, at de ikke forstår en sag til bunds. Et andet aspekt er måske, at pigerne er mere utrygge end drengene ved den resulterende uklarhed.

Pigerne er ofte optaget af, om deres resultater er helt rigtige. Ved eksperimentelt arbejde kan uventede resultater gøre pigerne skuffede og kede af det, mens drengene bliver yderligere interesserede og kaster sig ud i ekstra småeksperimenter for at undersøge de uventede resultater nærmere (Haggerty 1987).

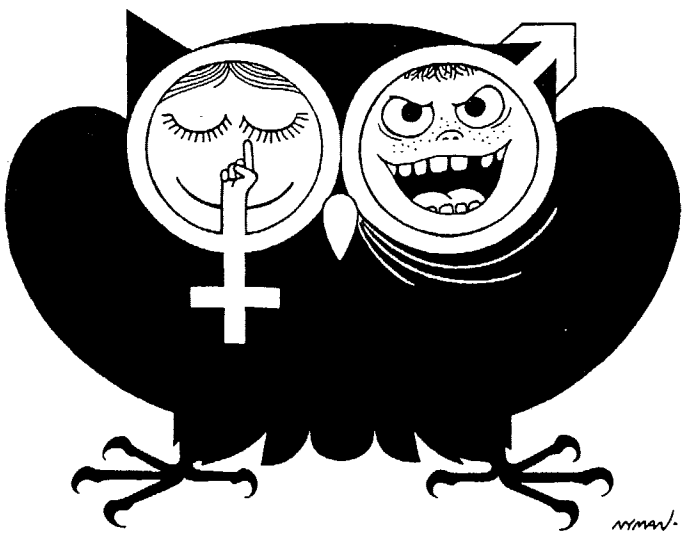
Pigernes reaktion kan bl.a. være udtryk for frustration over, at de ikke får succes, selv om de følger lærerens anvisninger og er flittige. Risikoen er stor for, at pigerne fortolker deres "nederlag" som udtryk for manglende evner, og at de herefter opgiver at stræbe efter forståelse og alene søger "at overleve" ved at lære det mest nødvendige udenad.

Den norske undersøgelse (Lie & Sjøberg 1984) viser også (i lighed med f.eks. Kelly 1986a, og Murphy & Qualter 1986), at piger har en tendens til at undervurdere egne præstationer især i fysik - i modsætning til drenge, der ofte overvurderer sig selv.

Disse og andre iagttagelser viser, at det er helt nødvendigt at tage vekselvirkningen mellem kognitive og affektive faktorer i betragtning ved en analyse af indlæring.

Elevroller og indlæring.

Den skitserede forskel i pigers og drenges indlæringsstil har efter vor mening sammenhæng med en tilsvarende forskel i pigers og drenges adfærd i klasseværelset. Selv om der også her er store individuelle forskelle, finder vi i overensstemmelse med mange andre undersøgelser, at der er visse adfærdsmønstre, som er karakteristiske for henholdsvis piger og drenge. Mange



af de observerede kønsforskelle i klassen synes at kunne forklares eller beskrives ud fra hypotesen, at pigerne har stor (1) angst for "at dumme sig", medens drengene har stort (2) behov for "at vise sig".

Dette er lidt firkantet udtrykt. Naturligvis har alle mennesker noget af begge dele. Piger har også behov for at præstere noget, og drenge vil da også helst undgå at dumme sig. Men der synes alligevel at være tendensforskelle, således at pigernes adfærd i højere grad er bestemt af (1) end af (2), medens det forholder sig omvendt for drengene.

Pigers angst for fiasko er med til at gøre det meget belastende at leve med en foreløbig, ufuldstændig forståelse, og det hjælper ikke at simulere afklaret og sikker.

Det er altså ikke kun den synlige adfærd i klassen, der følger det beskrevne mønster: Det genfindes i elevernes (følelsesmæssige) reaktion på undervisningen - især ved indlæringskriser- og er dermed en del af grundlaget for, at der udvikles kønsforskelle i indlæringsstil. Dette synspunkt vil blive underbygget yderligere i afsnit 4.2.

Testsituationer.

Ved eksaminer eller andre testsituationer er det særligt oplagt, at styrkeforholdet mellem personens "præstationsbehov" og "angst for at dumme sig" må have indflydelse på præstationerne. I en række af de tilfælde, hvor piger scorer lavere end drenge på tests (f.eks. sådanne, der kræver begrebsforståelse i fysik), har det ved nærmere eftersyn vist sig, at pigernes lavere pointtal er et udtryk for, at de oftere end drengene helt undlader at svare. (Nielsen & Thomsen 1985; Paulsen 1987). Det ser altså ud til, at pigerne hellere svarer blankt end risikerer at levere et forkert svar, hvis de er i tvivl!

Og hermed er vi tilbage ved antagelsen om, at der er forskel på pigers og drenges risikovillighed, deres tilbøjelighed til at satse! Denne forskel præger indlæring, problemløsningsadfærd og præstationer: kort sagt det, vi har valgt at kalde indlæringsstil.

Foreløbig bestemmelse af kønsforskelle i indlæringsstil.

"Angsten for at dumme sig", "manglende selvtillid" eller "risikovillighed" er altså nøgleord i dette første forsøg på at beskrive kønsforskellene. Pigers indlæringsstil karakteriseres her ved mangler (i forhold til drenges), men pige-egenskaberne har også en positiv side. Det er lige så vigtigt at fremhæve pigernes "manglende behov for at vise sig", deres stærkt ud-

viklede "selvkritik" og manglende lyst til "at spille højt spil". Ingen af disse udtryksmåder er dog helt tilfredsstillende, og de må under alle omstændigheder forstås i lyset af deres modstykke - det er et spørgsmål om balance. Således er en vis portion selvkritik en meget positiv egenskab, men en overdreven, ubegrundet selvkritik er hæmmende for personens udvikling. Tilsvarende er den anvendte karakteristik af drenge ikke positiv, hvis behovet for at beherske situationen/udføre præstationer kombineres med overdreven selvtillid/mangel på selvkritik.

Andre forskere har beskrevet teorier og antagelser, som har tilstrækkelig lighed med vore forestillinger til at virke understøttende, samtidig med at de på baggrund af en anden synsvinkel (og et ofte bredere undersøgelsesgrundlag) udbygger teorien og giver "billedet" flere dimensioner eller facetter.

I afsnit 4.4. vil vi således omtale "autonom indlæringsadfærd" og "opgavecentreret" versus "afhængighedsorienteret indlæringsstrategi", beskrivelser som direkte søger at forklare kønsforskelle i matematik og fysik, og som har bidraget til en videreudvikling af vor egen forståelse af "indlæringsstil".

Den omtalte betydning af "angst for at dumme sig" og "behov for at vise sig" får udvidet indhold og begrundelse i de psykologiske teorier om menneskers forhold til succes og fiasko, som er emnet for det følgende afsnit.

4.2. OM FORHOLDET TIL SUCCES OG FIASKO.

En række forskellige psykologiske teorier forsøger at beskrive sammenhængen mellem personers "oplevelse af situationskontrol" og "akademiske præstation" (oversigter findes bl.a. i Stipek & Weisz 1981, og Steinkamp & Maehr 1984).

En af disse teorier har i særlig grad inspireret os: nemlig "den attributive teori", der beskriver mønstret af de årsager

og begrundelser, et individ tilskriver en oplevet succes eller fiasko, og den indflydelse dette forklaringsmønster har på personens fremtidige præstationer og forventninger. B. Weiner (1974, 1979) har sat den generelle teori i forbindelse med undervisning og indlæring, og Wolleat et.al. (1980) og Fennema & Peterson (1985a) anvender Weiners arbejde til at forklare (de især i USA kendte) kønsforskelle i matematik.

Ifølge den attributive teori vil de personlige forklaringer på en succes eller en fiasko tilhøre en af fire kategorier: evner, indsats/flid, opgavens vanskelighed eller held. Disse fire kategorier kan organiseres i et skema karakteriseret ved to faktorer eller koordinater, der hver kan have to værdier. Årsagen til udfaldet kan placeres hos personen selv (intern) eller i omgivelserne (ekstern). Årsagen kan være vedvarende (stabil) eller midlertidig (ustabil).

ÅRSAGENS		placering:	
		Internt	Eksternt
Stabilitet	Stabil:	evner	opgaven
	Ustabil:	flid	held

Figur 4.2. Klassifikationsskema for årsagsforklaringer (fra Wolleat et al. 1980).

Individers forklaringer danner forskellige mønstre i denne matrix med tilhørende karakteristiske konsekvenser. Man taler om forskelle i attributiv stil. Ikke alene personlige egenskaber, men også køn, social klasse eller race synes at spille ind her.

Tillært hjælpeløshed.

Påstanden er nu, at piger/kvinder i højere grad end drenge/mænd har tendens til at forklare en succes med "held" (altså en ustabil faktor, der ligger uden for personen), mens de forklarer en fiasko med egne manglende evner (en stabil, in-

tern faktor). En succes, der begrundes med held, giver ikke særlig inspiration til at gentage eller forbedre den pågældende indlæringsadfærd. Personen har i det hele taget ringe grad af kontrol med situationen, og det tilhørende adfærdsmønster kaldes ofte for "tillært hjælpeløshed". Det er kendetegnet ved, at succes opleves som tilfældig, og fiasko som noget uundgåeligt, man ikke kan stille noget op overfor.

Beherskelses- eller præstationsorientering.

Det modsatte adfærdsmønster er kendetegnet ved, at en fiasko forklares med uheld eller manglende indsats, mens en succes opfattes som resultat af personens gode evner. Det er indlysende, at en sådan fortolkning i højere grad vil føre til at personen udviser udholdenhed over for vanskeligheder i indlæringen, og at vedkommende har større tilbøjelighed til at gentage en adfærd, der tidligere har givet succes. Personen oplever en højere grad af situationskontrol, og adfærden er orienteret mod beherskelse af pensum og præstationer ("mastery-orientation"). Flere drenge/mænd end piger/kvinder er karakteriseret ved denne adfærd.

Forventninger og selvopfattelse.

De beskrevne forskelle i begrundelser hænger sammen med individets forventninger til et udfald eller et resultat, og forventningerne hænger igen sammen med personens SELVOPFATTELSE. Når drenge/mænd på et givet felt har høje forventninger til deres succes, vil de være mere tilbøjelige til at forklare en succes med gode evner og en fiasko med ustabile faktorer. Piger/kvinder derimod har ofte lave forventninger til egne præstationer, i særdeleshed på et felt, der traditionelt opfattes som maskulint (f.eks. fysik og teknik). Succes er i dette tilfælde i modstrid med forventningerne, og den vil derfor blive (bort)forklaret med ustabile faktorer. Fiasko derimod er i god overensstemmelse med forventningerne og vil derfor blive begrundet med stabile faktorer: manglende evner og fagets vanskelighed.

Begrundelsesmønstret for succes/fiasko og personens forventninger og selvtillid virker altså gensidigt forstærkende på hinanden, således at tendensen til henholdsvis "tillært hjælpeløshed" og "situationsbeherskelse / præstationsorientering" vokser med tiden, eller rettere med erfaringerne.

Et menneske, der er fanget af "tillært hjælpeløshed", således at dette adfærdsmønster karakteriserer personens reaktioner i almindelighed, vil sandsynligvis lide af alvorlig depression (Dowling 1985) . Når vi her taler om "tillært hjælpeløshed" i forbindelse med undervisning, tænker vi på raske mennesker, der fungerer hensigtsmæssigt og med passende selvtillid på mange områder, men som i bestemte sammenhænge fortolker og handler i overensstemmelse med hjælpeløshedsmønstret. Amerikanske erfaringer med at hjælpe personer, der lider af "math anxiety" eller "science anxiety" (se kapitel 8), viser klart, at problemet kan være begrænset til helt bestemte felter, f.eks. bestemte skolefag.

Manglende selvtillid - et vedvarende problem!

Efter denne beskrivelse kan det ikke undre, at piger/kvinder, trods gentagne succes'er, stadig fundamentalt kan tvivle på deres muligheder (evner) for at klare næste udfordring på et felt, hvor de har ringe selvtillid.

Vi har i vores observationer og samtaler med elever i 1.gm ofte truffet piger, som sidder med det rigtige svar og alligevel ikke tør markere - og det selvom de pågældende flere gange har erfaret, at deres bud VAR rigtigt.

Desværre synes der ikke at være tale om et overgangsproblem. Barbara Simpson (1985) har undersøgt ca. 600 collegestuderendes tiltro til egne evner. Hun konkluderer

> "Blandt studerende, der klarede sig godt (high ability), angav kvinder dobbelt så hyppigt som mænd, at de ikke havde evner for naturvidenskab; og forskellen voksede med stigende præstationer. Blandt de

studerende, hvis pointtal svarede til 85 %-fraktilen for den nationale fordeling, var der dobbelt så mange kvinder som mænd, der bedømte sig selv som værende uden evner i naturvidenskab. Ved 90 %-fraktilen og derover var det næsten tre gange så mange kvinder som mænd, der vurderede at de var uden tilstrækkelige evner i naturvidenskab. Kvindelige studerende, der ikke valgte videreuddannelse inden for naturvidenskab, angav manglende evner som årsag, mens mændene oftere angav utilstrækkelig forberedelse end manglende evner som årsag til fravalg af naturvidenskabelige fag."

Frygten for succes!

Ikke alene er tidligere succes ikke tilstrækkeligt til at give kvinder tiltro til fremtidig succes - nej, succes'en kan i sig selv give anledning til voksende problemer! Dette gælder i særlig grad på områder, som i almindelighed anses for mindre feminine. Problemet ligger dels i KONFLIKTEN MED KØNSROLLEOPFATTELSEN, dels i at omgivelserne nu stiller større forventninger, som det er endnu vanskeligere at leve op til! Man taler i denne forbindelse om: "frygt for succes", (Horner 1972; Leder 1985). I dansk oversættelse findes "Askepot-komplekset", der trods det bredere sigte og de til tider lidt fremmedartede eksempler, giver en grundig beskrivelse af både "frygt for succes" og "tillært hjælpeløshed" (Dowling 1985).

Et resultat fra: "Høje" piger - "Lave" drenge.

Det er nærliggende i denne forbindelse at fremhæve et resultat fra en dansk undersøgelse af gymnasieelever. Erik Laursen (1984) har i sin rapport (""Høje" piger - "lave" drenge") beskæftiget sig med de grupper af elever, som får højeste hhv. laveste karakterer i gymnasiet.

Han beskriver specielt en gruppe drenge, som trods lave karakterer (også i matematik og fysik) opretholder en plan om at blive ingeniør eller lignende. Disse "teknikerdrenge" forven-

ter (længe) at de vil få meget bedre karakterer, når de nu begynder at anvende mere tid på lektierne. Først hen i slutningen af gymnasiet skifter de indstilling. På dette tidspunkt er det drengene med lave karakterer og pigerne med høje karakterer, som er mest rådvilde, d.v.s. mindst sikre på hvilken uddannelse de vil vælge efter studentereksamen. Deres skoleresultater er jo netop også i modstrid med kønsrolleforventningerne!

De modsatte grupper, de "høje" drenge og de "lave" piger, har traditionelle (realistiske?) høje hhv. lave ambitioner i overensstemmelse med både karakterer og kønsrolleforventninger.

Pol. Søn 26.01.1986

Tro på dig selv

Idræts-psykolog om baggrunden for forskellen på succés og fiasko

Figur 4.3. "Preben Elkjær er et eksempel på idrætsudøveren, der altid har et stort håb om succes og kun en lille angst for fiasko." (Jens Hansen til Politiken, 26.01.1986).

Sportspsykologi.

Også i sportspsykologien beskæftiger man sig med udøvernes forhold til succes og fiasko. For at opnå de bedste resultater må man arbejde på begge fronter: troen på succes må styrkes, og angsten for fiasko dæmpes. Følgende uddrag af en artikel i Politiken (26.01.1986), giver eksempler herpå.

> "Da Køge efter et elendigt forår 1985 havde erkendt nedrykningen fra fodboldens 1. division, spillede holdet frigjort i resten af sæsonen.
>
> Da Næstved var på nedtur i begyndelsen af efteråret, sagde træneren Peter Dahl: jeg ændrer ikke på holdet de næste tre kampe. Spillerne følte sig frigjorte og kvitterede for tilliden med sejre.
>
> De to eksempler viser noget om psykologiens store betydning i idræt.
>
> ---
>
> I Næstved tog Peter Dahl fiasko-frygten fra sine spillere. Men omvendt kan andre hold ride så længe

på en succes-bølge, at de ligefrem ØNSKER at tabe, for at blive fri for det pres, der ligger på dem.

Mange unge i dag lider af angsten for fiasko, og trænerne kan øge den ved f.eks. at råbe: Nu spiller vi på det sikre! Men hvad er det sikre? De unge ved det ikke og mærker angsten krybe ind på sig.

I pressede situationer griber spillerne til en slags psykisk forsvar, som Jens Hansen opdeler således:

KLOVNERI. Spillere,der flygter fra ansvar ved helt over-gearet at klovne, også i selve kampen.

SKADER. Det gælder om at have et knæbind på - og helst et selvlysende.

FYSISKE OMGIVELSER. Uhygge ved alt, hvad der er anderledes. "Hr. og fru Undskyldning", som Jens Hansen kalder det.

SLØVHED. Spilleren, der simulerer at være ligeglad med alt. Men bagved lurer angsten for at investere noget.

OG så er der ØV-BØV'erne, som Jens Hansen kalder de angste spillere, der lægger al skyld og ansvar over på andre."

Angsten for fiasko og troen på succes kan altså hæmme eller stimulere både mænd og kvinder. Alligevel synes der i almindelighed at være forskel på hvordan de to køn reagerer og på hvor kraftigt presset i en given situation opleves. Fra idrætsklubberne er det kendt, at mange piger frygter situationer, der overvåges af tilskuere og som er konkurrencepræget. Ja, i mange idrætsgrene forlader pigerne klubberne på det tidspunkt, hvor man begynder "at tælle points".

4.3. VIGTIGE FORBEHOLD.

Vi vil gerne understrege, at betydningen af menneskers forhold til succes og fiasko kun er en af de mekanismer, som psykologer arbejder med under overskriften: motivation og præstationer. Vi har lagt så relativt stor vægt på netop dette element, fordi vi selv, og mange af de mennesker, vi har talt med, har kunnet nikke genkendende til denne beskrivelse. Og så fordi vi med dette udgangspunkt kan se en slags rød tråd igennem en række af de observerede fænomener.

Biologiske forklaringer?

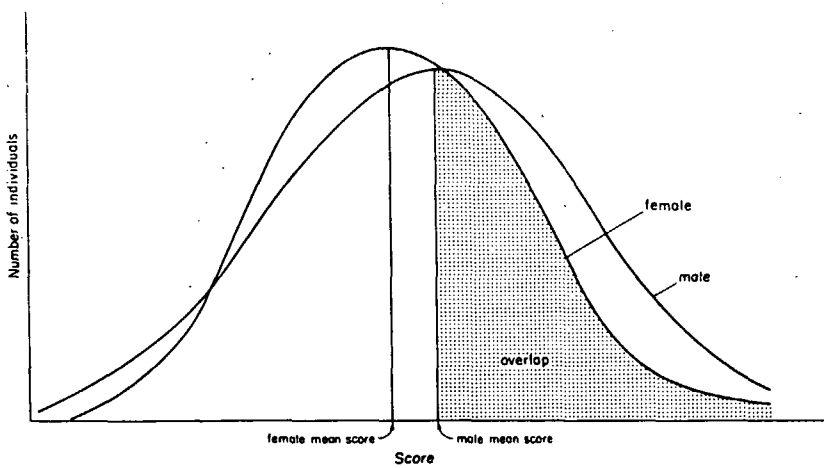
Vi lægger i vort arbejde hovedvægten på forklaringer, der har med opdragelse, samfund og kultur at gøre, men vi udelukker bestemt ikke, at biologiske forhold - herunder genetiske eller hormonale - spiller ind i forbindelse med intellektuelle færdigheder. Da biologiske faktorer formentlig kun kan redegøre for en mindre del af de observerede kønsforskelle i uddannelsessystemet, finder vi det mere konstruktivt at arbejde med de "ustabile" årsager, som man i et vist omfang kan ændre på. (Erickson & Erickson 1984; Head 1983).

De senere års forskning har resulteret i en mere nuanceret opfattelse af, hvordan biologisk betingede kønsforskelle kan have indflydelse på tænkning og indlæring. F.eks. søger man nu at skelne mellem forskellige former for verbale færdigheder og rumsans, og der stilles kritiske spørgsmål til størrelsen af den indflydelse, disse færdigheder antages at have på resultatet af f.eks. matematik- eller fysikindlæringen (Fennema & Tartre 1985; Johnson & Murphy 1986). Vi skal i øvrigt henvise til den omfattende litteraur på området (f.eks. Halpern 1986; McGlone 1980; Wittig & Petersen 1979; Kinsbourne 1978).

Store individuelle forskelle.

Vi må anvende en lang række forklaringer for at forstå kønsforskellene, men det er vigtigt at minde om, at selv om der for hver enkelt fremhævet variabel er systematiske forskelle mellem gruppen af kvinder og gruppen af mænd, så er der alligevel endnu større individuelle forskelle mellem personer af samme køn.

Når man ser på elevers fordeling i forhold til en enkelt variabel af betydning i undervisningen, så vil det typisk være sådan, at pigernes fordeling har lidt mindre middelværdi og lidt mindre spredning end drengenes (se figur 4.4, lånt fra Harding 1983). Det bemærkelsesværdige er dog, at overlappet mellem de to fordelinger er meget stort.



Figur 4.4. Typisk pointfordeling i en test, hvor drenge/mænd klarer sig bedre end piger/kvinder.

Selvom piger i gennemsnit scorer lavere end drenge på en bestemt slags test, er der altså alligevel i almindelighed mange drenge, der scorer lavere end en given pige - og mange piger, der scorer højere end den gennemsnitlige dreng.

Risiko for cementering af kønsforskelle?

Når vi retter søgelyset så kraftigt mod de forskellige (relativt små) kønsforskelle og deres mulige årsager, er der derfor en oplagt risiko for, at vi medvirker til at uddybe eller cementere kønsrolleopfattelserne i stedet for at formindske dem!

På den anden side er det nødvendigt at afdække og bevidstgøre (os selv og andre) om de medvirkende mekanismer. Kun herved kan vi håbe på at formindske de begrænsninger, som kønsrolleforventningerne i særlig grad lægger på pigers og kvinders udfoldelsesmuligheder.

Skolen forstærker kønsforskellene.

Det er vores opfattelse, at den kønsspecifikke socialisering i første omgang resulterer i relativt små - til dels psykologiske - kønsforskelle. Men de små forskelle bliver til store forskelle i placering i uddannelsessystemet, gennem et samspil mellem kønsrolleforventninger og undervisningstradition. Hvordan denne forstærkning finder sted i skolen, er et af emnerne for de følgende afsnit.

4.4. INTIMITET, AUTONOMI OG INDLÆRING.

Gennem opdragelsen orienteres piger i højere grad end drenge mod nære relationer til andre mennesker (se kapitel 7). Piger søger i højere grad nærhed, opmærksomhed, ros og bekræftelse hos andre, medens drengene i højere grad udvikler ambitioner, selvstændighed og personlig autonomi. Herved bliver piger mere afhængige af andre mennesker end drenge er. Men piger udvikler samtidig en større sans for (og ansvarsfølelse over for) menneskelige relationer, og de bliver mindre selvcentrerede og mere modne i deres forhold til andre mennesker (Head 1983).

Vi antager, at individets grad af autonomi har indflydelse på indlæringsstilen, på risikovilligheden og dermed på tilbøjeligheden til at gennemleve de tidligere beskrevne "krisebetonede" læreprocesser. En lignende tankegang finder vi hos to amerikanske forskere, hvis arbejde skal omtales nærmere.

Autonom indlæringsadfærd.

Fennema & Peterson (1985a) beskriver den såkaldte autonome indlæringsadfærd ("autonomous learning behavior") som forudsætningen for at kunne klare opgaver af høj kognitiv komplexitet. Hertil regnes f.eks. egentlige problemer, hvor der ikke foreligger en færdig strategi, der fører til løsningen. Færre piger end drenge synes at udvikle den autonome indlæringsadfærd - hvorfor ? Fennema & Peterson beskriver to hovedtyper af årsager:

(1) DEN INTERNE MOTIVATIONSTRUKTUR ("internal motivational belief system"), som inkluderer tillid til egne evner i faget, oplevelsen af fagets nytte/gavnlighed (jvf. kapitel 6) og den attributive stil (beskrevet i afsnit 4.2). Forfatterne behandler specielt faget matematik.

Det andet sæt forklaringer har at gøre med (2) EKSTERNE, SAMFUNDSMÆSSIGE PÅVIRKNINGER, herunder forældre, kammerater og medierne. - Det særligt interessante er, at forfatterne specielt diskuterer den betydning, undervisning og lærer-elevinteraktioner har for udviklingen af autonom indlæringsadfærd hos henholdsvis piger og drenge. Dette skal vi vende tilbage til.

Autonom indlæringsadfærd indebærer at personen:
1) arbejder selvstændigt med opgaver på højt kognitivt niveau,
2) selvstændigt VÆLGER at udvise *denne* adfærd,
3) er udholdende (insisterende) i arbejdet og endeligt
4) at personen oplever succes hermed.

Autonom indlæringsstil er ikke en evne eller færdighed, der opstår af sig selv under opvæksten, men den kan udvikles ved

at man gør (positive) erfaringer hermed, og dette vil i særlig grad ske, når man FORVENTES, TVINGES til eller i det mindste TILLADES at udvise denne indlæringsadfærd. - (Det kan lyde paradoksalt eller unødvendigt at fremhæve, at den autonome adfærd bør tillades. Det er vel de fleste læreres mål at gøre eleverne selvstændige. At virkeligheden måske alligevel ikke svarer hertil diskuteres i afsnit 4.5).

Det antages altså, at større deltagelse i autonome læreprocesser medfører stærkere udvikling af "autonom indlæringsadfærd", hvilket igen betyder bedre præstationer på kognitivt krævende opgaver.

Forfatternes ræsonnement er nu, at den forskel i grad af autonomi, som piger og drenge bringer med sig i skolen, bliver forstærket og udbygget gennem undervisningen! Udviklingen af autonom indlæringsadfærd fremmes af "præstationsorientering", men hindres af "tillært hjælpeløshed". Pointen er den simple, at eleverne lærer af det de gør! Da piger og drenge har forskellig tilbøjelighed til at indgå i de autonome indlæringsprocesser, forstærkes forskellene yderligere, og de kendte kønsforskelle i præstationer fremkommer.

Fennema & Peterson taler ikke om indlæring gennem "kriser", men vi finder alligevel en vis overensstemmelse med vore egne hypoteser. Autonomi, insisteren og tro på egne evner må således opfattes som nødvendige forudsætninger for DET personlige mod og DEN risikovillighed, som kræves for at gennemleve de "krisebetonede læreprocesser".

Opgavecentreret indlæringsstrategi.

Som baggrund for at starte et udviklingsarbejde i "piger og fysik" i Finland har Leila Räsänen (1987) gennemgået finsk og udenlandsk forskning herom. I forbindelse med indlæring fremhæver hun, at eleven skal gennemføre en selvstændig og kreativ proces for at opbygge en forståelse, og hun fremhæver betydningen af elevens selvtillid. Erno Lehtinen citeres (Räsänen, 1987) for at skelne imellem tre indlæringsstrategier:

1) den opgavecentrerede,
2) den afhængighedsorienterede og
3) den jeg-defensive.

Ved opgavecentreret indlæring tager eleven selv ansvar for indlæringen, og opbygger selv en indre model for det indlærte med lærerens hjælp.

Ved afhængighedsorienteret indlæring overfører eleven ansvaret for opbygningen af den indre model til læreren. Eleven forventer, at læreren skal forklare sagen så grundigt, at den kan tilegnes som sådan.

Ved jeg-defensiv indlæringsstrategi skades indlæringen af stærk angst forbundet med indlæringssituationen. Eleven anvender sine kræfter til at klare den sociale situation.

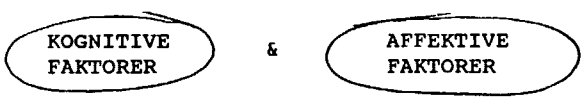
Kønsforskelle i opdragelse og undervisning medfører, at piger oftere end drenge udvikler den afhængighedsorienterede strategi.

<u>En foreløbig syntese.</u>

Ved "opgavecentreret indlæringsstrategi", såvel som ved "autonom indlæringsadfærd" og "præstationsorientering", understreges betydningen af selvstændighed, forventninger om succes, og af at eleven selv påtager sig ANSVARET for indlæringen. Drenge er oftere end piger karakteriseret ved disse beskrivelser.

Modsætningen hertil er "afhængighedsorienteret indlæringsstrategi" og "tillært hjælpeløshed", hvor eleven fralægger sig ansvaret, til dels på grund af manglende tiltro til egne evner. Den tidligere omtalte utilfredshed med en ufuldstændig forståelse, som piger ofte giver udtryk for, kan i nogle tilfælde være ledsaget af en sådan læggen ansvaret fra sig. I det hele taget er der en vis overensstemmelse mellem disse beskrivelser indbyrdes, og mellem dem og vor karakteristik af henholdsvis pigers og drenges indlæringsstil, men der er alligevel enkelte forskelle.

De citerede udenlandske teorier taler således ikke (som vi) om indlæring gennem "kriser". En del anden didaktisk forskning (bl.a. i England og Frankrig) arbejder meget med erkendelseskriser ("Cognitive structure and conceptual change", se en kritisk beskrivelse i Sjøberg 1984). Alligevel må vi fastslå, at vi ikke kan identificere os med de dele af "konstruktivistisk" forskning, der primært undersøger elevers begrebsforståelse og indlæring uafhængigt af de følelsesmæssige reaktioner. Det har til stadighed været en hovedsag for os at understrege vekselvirkningen (eller med en fysisk analogi: interferensen) mellem:



"Krisen" ligger nok så meget i det affektive domæne. Netop derfor taler vi om "risikobetonede kriser og indlæringsprocesser". Eleverne kan (i forskellig grad) føle nervøsitet, utryghed eller angst. Disse ubehagelige følelser skal overvindes i forbindelse med at eleven selvstændigt VÆLGER at overtage ansvaret for sin egen indlæring. Modet til at tage dette spring ud i det uvisse må hentes i en vis tiltro til egne evner. Det er på denne baggrund, at elevens selvtillid og hele "attributive stil" bliver så afgørende for indlæringen.

Nogle "konstruktivistiske" forskere lægger hovedvægten på metoder til at skabe krise i elevens forståelse gennem præsentation af afgørende ("crucial") eksempler på fænomener, som ikke kan forklares ud fra hverdagsbegreberne (se Nielsen & Thomsen 1984, og kapitel 5). I den forbindelse er vi enige i, at læreren ikke kan "servere" krisen for eleven. Den har kun mening, hvis den opstår i og opleves af eleven selv. Patricia Murphy (1987) har udtrykt det meget rammende: "eleven lærer gennem FORHANDLING!" Ved diskussion med andre mennesker afprøves, korrigeres eller opbygges elevens forståelse/erkendelse - eller "den indre model", som Räsänen skriver.

Dette synspunkt udelukker naturligvis ikke, at det kan være hensigtsmæssigt og stimulerende at læreren serverer "paradokser" eller andre eksempler, der viser begrænsningerne i elevens forståelse. Der er bare mange andre faktorer end lige netop paradoksets indhold og formulering, der er bestemmende for, om det virker efter hensigten.

Som fremhævet tidligere er det af afgørende betydning for indlæringen, at eleven selvstændigt VÆLGER at tage ansvaret for læreprocessen. Det er derfor nødvendigt, at eleven er MOTIVERET for at gennemføre også risikobetonede indlæringsprocesser, og denne indstilling er mere sandsynlig hos personer, der har positive erfaringer for, at uklarhed og utryghed efter et stykke tid kan afløses af afklaring og ny forståelse. Denne motivation eller VILJE til at arbejde sig igennem til meningsfuld indlæring er ikke en automatisk følge af, at eleven er interesseret i emnet eller motiveret for faget som sådan. Selv om der nok er en sammenhæng, er der alligevel tale om forskellige typer af motivation.

4.5. PÆDAGOGISK HJÆLP ELLER BJØRNETJENESTE??

I artiklen om autonom indlæringsadfærd citerer Fennema & Peterson (1985a) en anden undersøgelse som støtte for deres teori på følgende måde:

> "Grieb and Easley (1984) addressed the question of whether differential behavior of girls and boys (as well as minorities) in classrooms from kindergarten through university years results in gender-related differences. Although only qualitative data are reported, the conclusions are based on systematic observation over a period of years. Grieb and Easley concluded that "We have been able to identify the mathematical difficulties of hundreds of young women ..... in specific patterns of behavior such as dependence on memorizing specific algorithms for spe-

cific problem types" (p.319). They argue strongly that some young white boys maintain their independence by rebelling against the authoritarian restrictions of the typical elementary schoolclassrooms. These young white boys reject performing typical algorithms and instead develop their own procedures for solving problems. They become students "succesful in university level mathematics ..... because they have developed some kind of insulation in primary school years against the dogmatism of most mathematics instruction and the moral order it represents" (p.322). In other words, some boys learn to be independent in mathematics by choosing to do high-level tasks independently and persisting at this independence and persistence over a long period of time."

Grieb og Easley (1984) uddyber selv denne konklusion ved at tegne portrætter af typiske elever på grundlag af interviewudskrifter og klasseværelsesobservationer. Det fremgår heraf, at den "rebelske" og begavede dreng af læreren tildeles et videre spillerum: den autonome indlæringsadfærd TILLADES i højere grad for ham end for andre elever! Konsekvensen er, at forskellene mellem eleverne uddybes gennem undervisningen.

Dette er alvorligt - og tankevækkende! Er det sådan, at vi er ofre for en undervisningstradition, som i realiteten forhindrer mange elever i at udvikle tillid til egne tanker og autonom indlæringsadfærd - i alt fald i matematik og fysik ?

I den tidlige undervisning vil mange lærere mene, at en vis udenadslæren er nødvendig, f.eks. i forbindelse med basale regnefærdigheder. Der er en enorm spredning i elevernes formåen, og reglerne opfattes vel som en hjælp ikke mindst til de svagere elever. Men reglerne bruges som forskrifter, der skal følges. Også i danske skoler bliver selvstændige (og dygtige) børn irettesat, hvis de løser regneopgaver eller ligninger på en anden måde end den foreskrevne!

Lærerens dilemma.

Det er ikke et spørgsmål om dårlig vilje, vi er som lærere i et sandt dilemma! Og det gælder også på de højere klassetrin. I folkeskolens øverste klasser er de faglige krav ofte for høje for flertallet af elever, det gælder i matematik og i endnu højere grad i fysik. Det er her lærerens opgave at gennemgå pensum på en måde, så eleverne kan klare sig med konkret operationel tænkning, selv om indholdet faktisk kræver formel operationel tænkning! Det egentlige ræsonnement må vige for konkrete handlinger: iagttagelser, eksperimenter m.v. - uden teoretisk behandling af resultaterne. Elementer af egentlig forståelse er forbeholdt det mindretal af eleverne, som så at sige kan "færdiggøre indlæringsprocesserne" selv, vel de samme elever, som begynder at kunne operere formelt i fysik og matematik i 7.-8. klasse eller før. Skolens krav er på en gang for lave og for høje - for nu at udtrykke det paradoksalt.

Risikoen ved denne undervisningstradition er: at en stor del af eleverne fastlåses i en uselvstændig indlæringsstil, at eleverne ikke selv overtager det egentlige ansvar for indlæringen, og at de derfor hæmmes i stedet for at blive stimuleret til udvikling mod formel operationel tænkning. Det er i særlig grad pigerne, der er berørt af denne risiko. Drengenes højere grad af autonomi giver dem større chance for - på trods af undervisningen - at udvikle den autonome indlæringsstil.

Behov for en ny undervisningsstil.

Men hvad kan man egentlig gøre ? Skal man for alt i verden undgå udenadslæren ? Og kan man det ? De fleste af os har vel oplevet, at et vist beredskab af færdigheder og paratviden har været til nytte - også som grundlag for erkendelsesmæssige spring. Herom siger Grieb & Easley:

> "As we see it, capability of the university student in mastering and using mathematics beyond high school depends critically upon prior development of an aggressively independent attitude towards mathe-

matics instruction, but two other factors are also necessary: (a) a capability for total attention to mathematical problems, absorbing every relevant detail and testing every sudden recognition of a pattern to see if all details fit and (b) a trust in the long-range merits of memorizing what is not immediately fully understood, for those who refuse to memorize but insist on understanding everything limit themselves as well as those who won't try to understand but just to memorize."

Netop sådan er det: færdigheder og viden (herunder mekaniske- eller udenad-lærte elementer) er en nødvendig, men ikke tilstrækkelig betingelse for opnåelse af egentlig forståelse og indsigt (se også Beyer & Heise 1987). Men en forudsætning for, at eleverne kan involvere sig i de nødvendige, langsigtede læreprocesser er, at de forstår nogle af de mekanismer, der indgår. Undervisningen må derfor i en hel anden grad end nu sigte på at gøre eleverne bevidste om egne læreprocesser. Og en klar forudsætning for dette er, at lærerne selv udvikler større forståelse af og opmærksomhed på disse. (Se nærmere kapitel 5 og 8).

Grieb & Easley giver - inspireret af matematikundervisningen i en japansk skole - et bud på, hvordan man kan forbedre undervisningen. De anbefaler, at læreren i stedet for at instruere i regneregler hjælper eleverne til selv at opdage disse. I stedet for at undervise "I" matematik, bør læreren opfatte det som sin opgave at undervise i "HVORDAN" man studerer matematik! - Ikke opgavernes resultat, men elevernes FORKLARINGER skal have størst opmærksomhed i undervisningen. Både forklaringer på rigtige og forkerte svar bør formuleres og vurderes - også af eleverne selv. Læreren skal ikke være autoritet, men vejleder i en proces, der udvikler elevernes kreativitet og dømmekraft.

Dette er naturligvis lettere sagt end gjort. Pensumpres og mange elever i klassen med meget forskellige forudsætninger gør det ikke nemmere. Alligevel kan det være af betydning, at

læreren i visse perioder satser bevidst på disse aspekter. Det er vigtigt, at eleverne bevarer (eller opnår) tillid til egne tanker og på denne baggrund udvikler en autonom indlæringsstil.

Det er nødvendigt at diskutere elevernes forklaringer seriøst, således at den enkelte elev oplever sine tanker som værdifulde (se også kapitel 5 og 8). Patricia Murphy (1987) fremhæver betydningen af, at læreren indser, at elevers "fejlagtige" forståelser ikke er tilfældige, men tværtimod rationelle ud fra de erfaringer og observationer, de pågældende har gjort (se også McCloskey 1983). Meget tyder på, at piger og drenge lægger mærke til forskellige ting i en situation, og at der også er forskelle i den måde, de to køn bearbejder information på. I situationer, hvor man fra en bred kontekst skal indsnævre til et begrænset, løseligt problem, vil piger og drenge ikke fortage denne indsnævring på samme måde. (Johnson & Murphy 1986; Murphy & Qualter 1986).

Det er klart påvist (Kelly 1986b), at der er både kvantitative og kvalitative forskelle i den feedback, piger og drenge modtager fra lærere. Pigerne modtager mindre kritik end drengene, og de får færre instruktioner. Det alvorligste er dog nok, at pigerne får ros for deres adfærd og for den ydre form af deres arbejde, mens deres intellektuelle præstationer kritiseres - arbejdet bliver aldrig rigtigt godt. Drengene derimod får (også) kritik for deres opførsel, flid og rapporternes form, og det samlede budskab til dem er, at deres intellektuelle evner når alt kommer til alt er gode nok! Dette interaktionsmønster er medvirkende til, at især piger bliver fanget i "tillært hjælpeløshed" og dermed opnår ringere præstationer end drenge.

Dweck et.al. (1978) har nøjere beskrevet disse kønsforskelle i lærerfeedback, og de har yderligere gennemført et eksperiment, hvor både piger og drenge i en periode modtog den type lærerfeedback, som normalt tildeles piger. Under disse omstændigheder viste det sig, at eleverne - uanset køn - var tilbøje-

lige til at opfatte den negative feedback fra læreren som et udtryk for, at deres evner var utilstrækkelige!

Spillereglerne frem i lyset!

Megen god undervisning i naturvidenskab indledes induktivt med at eleverne får mulighed for at gøre nogle "frie" observationer og eksperimentelle erfaringer. Herefter registrerer læreren elevernes iagttagelser som udgangspunkt for den følgende gennemgang af pensum. Nogle af elevernes iagttagelser passer godt med lærerens faglige pointe, og de bliver følgeligt fremhævet, medens andre iagttagelser bliver ignoreret af læreren uden særlig begrundelse.

Det betyder, at visse elever - og det er meget ofte piger - oplever, at deres observationer og vurderinger er værdiløse i fysikundervisningen. Der er en skjult dagsorden eller et sæt spilleregler, som de ikke kender, og udvælgelsen af informationer eller indnævringen af problemer sker på en tilsyneladende vilkårlig måde! Sådanne oplevelser er naturligvis ikke befordrende for personens selvtillid eller forestilling om situationskontrol.

Forskelle i, hvad piger og drenge anser for meningsfulde problemaspekter i en forelagt kompleks situation, spiller naturligvis også ind ved løsning af åbne eller bredt formulerede problemer. Det gælder her om at se bort fra nogle informationer og sammenhænge og indsnævre problemstillingen. Ofte er drengenes synsmåde i bedre overensstemmelse med opgavestillerens, og pigerne fremtræder herved som dårligere problemløsere end de ville have gjort med opgaver præsenteret i en anden kontekst (Murphy & Qualter 1986; se også vore egne resultater og diskussionen i kapitel 6).

Undervisningen følger altså en RATIONALITET, der er bedre i overensstemmelse med drenges end pigers forudsætninger. Denne rationalitet overlever i undervisningstraditionen og bestemmes af den fagopfattelse, der implicit formidles i læreruddannelsen. Styringen fra den faglige struktur er ikke altid fuldt

bevidst for læreren, og den lægges derfor ikke åbent frem for eleverne.

Spørgsmålet er nu, hvordan vi kan ændre undervisningen, så der i højere grad inddrages aspekter, som pigerne er gode til. Og - lige så vigtigt - om vi på baggrund af en større bevidsthed om disse forskelle, i højere grad kan stimulere hhv. piger og drenge til at udvikle deres svagere sider.

Det engelske APU-science-project (Assessment of Performance Unit) har givet en omfattende og værdifuld beskrivelse af forskelle og ligheder i pigers og drenges færdigheder, viden og forståelse i fysik og andre naturvidenskabelige fag (Johnson & Murphy 1986, se også kapitel 2). Da projektet arbejder med en lang række specificerede underkategorier, fremkommer et klart billede af, hvad der er de stærke sider hos henholdsvis piger og drenge, og i hvor høj grad disse forskelle er indholdsbestemte (kontekstafhængige). Det fremgår heraf, at det er for firkantet at sige, at piger generelt er ringere til naturvidenskabeligt arbejde end drenge. Dels er kønsforskellene mindre i biologi end i fysik, dels er der en række færdigheder, som piger behersker lige så godt som eller endda bedre end drenge gør. Det gælder således løsningen af observationsopgaver og tilrettelæggelse og gennemførelse af eksperimenter (process skills). (Se også Erickson & Erickson 1984 og Robertson 1987).

Pigerne vil gerne forstå - også fysik. I vores samtaler med piger i begyndelsen af 1.gm, har vi ofte mødt udtalelser som:

> "Nu er fysik spændende. Det er ligesom logisk! Og det gælder om at forstå det. Det måtte vi ikke før. Da skulle vi bare lære det udenad."

Denne begejstring forsvinder desværre alt for ofte som resultat af de følgende måneders nederlag og frustrationer. Kan vi, ved at være mere eksplicitte om spillereglerne (faglige synsvinkler og problemindsnævringer på den ene side og indlæringsprocesser og problemløsningsadfærd på den anden), bevare denne

nysgerrighed og derved udvikle ALLE elevers færdigheder og kreativitet ?

4.6. ER DRENGE VIRKELIG MERE SELVSIKRE END PIGER?

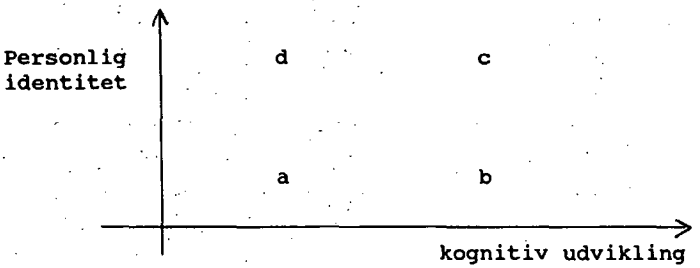
I det foregående er det til stadighed blevet postuleret, at pigerne har mindre selvtillid end drenge, og alligevel kender vi vel alle piger, der som Trine i tegneserien udstråler skråsikkerhed - og drenge, der som Søren Brun er nærmest selvudslettende. - Hvordan stemmer nu dette?

Vi mener, at noget af forklaringen ligger i, at piger og drenge følger forskellige veje i personlighedsudvikling.

Udvikling af personlig identitet.

Ifølge Ericksons teori vil individets udvikling af personlig identitet forløbe gennem visse (psyko-sociale) stadier. Selvom der kan være forskelle i tidspunktet (alderen) for de enkelte overgange, antages rækkefølgen at ligge fast. John Head (1983) påpeger, at det ligger som en implicit antagelse i denne ud-

viklingspsykologi, at individet må opnå evnen til selvstændig, formel tænkning som en nødvendig forudsætning for opnåelse af en egentlig personlig identitet. Udviklingen af kognitive færdigheder antages altså at gå forud for udviklingen af evnen til at indgå i mere intime gensidige personlige relationer. John Head illustrerer dette ved at afbilde personers udviklingstrin i et todimensionalt koordinatsystem.



Figur 4.5. Illustration af sammenhængen mellem den kognitive og den relationsorienterede dimension af udviklingen af den unges personlige identitet. (Head 1983).

Der er kun tale om en principskitse, men man må forestille sig et mål for den kognitive udvikling (f.eks. i forhold til Piagets stadier ud af x-aksen) og et tilsvarende mål for personlighedsudviklingen ud af y-aksen. Når testresultaterne for en større gruppe unge afbildes, vil man ifølge den gængse teori forvente mange punkter i felterne a, b og c, men ingen (eller ganske få) i felt d. Head finder imidlertid, at en lille gruppe drenge og et større mindretal af piger faktisk "befinder sig" i felt d, som tegn på, at de har opnået en høj grad af personlig identitet FORUD FOR den kognitive udvikling, der muliggør beherskelsen af formelle operationer. Head argumenterer derfor for en ændret teori, der giver plads til flere forskellige udviklingsmønstre. (Se også Head 1980). Gilligan (1982) refereres af Barbara Smail (1983 og 1984) for lignende teorier og resultater.

En fri fortolkning.

Selv om vi formodentlig overfortolker John Heads resultater, har de inpireret os til at formulere følgende hypoteser:

> MÅSKE er det sådan, at drenge - eller mange drenge - tidligt udvikler selvtillid langs "den kognitive dimension", samtidig med, at de føler sig usikre på deres værdi som individ i relation til andre mennesker ?
>
> Og MÅSKE er det sådan at mange piger er usikre på egne evner i "den kognitive dimension", medens de udvikler en vis tillid til eget værd i mellemmenneskelige relationer. De har altså en vis selvtillid i "personligheds-dimensionen" ?

Piger og drenge repræsenterer altså hver sin type af selvtillid og usikkerhed - som Trine og Søren Brun. Den sidstnævntes manglende selvtillid, når det gælder den rødhårede pige, forhindrer ham jo ikke i at formulere filosofiske tanker om verden og livet!

> MÅSKE er (nogle) drenges personlige usikkerhed netop en drivkraft i udviklingen af autonomi i forhold til kognitive udfordringer ?
>
> MÅSKE er (nogle) pigers usikkerhed på egne evner i den kognitive retning anledning til at yderligere energi og opmærksomhed investeres i personlige relationer, bl.a. de meget omtalte venindeforhold ?

Med den rette stimulering må begge køn formodes senere at færdiggøre udviklingen frem mod felt c.

Vi ser en mulig sammenhæng imellem de her antydede kønsforskelle i udviklingsmønster og den tidligere omtalte karakteristik af pigers indlæringsstil som præget af "tillært hjælpe-

løshed" og drenges som præget af "præstations-orientering". Det understreges herved at hjælpeløsheden hhv. præstationsorienteringen ikke er en "global" karakteristik af personen, men primært knyttet til intellektuelle færdigheder på felter, der opfattes som fortrinsvis maskuline.

Pigekulturer, veninderelationer og autonomi.

Opdragelse og undervisning resulterer i at piger orienteres mod menneskelige relationer og intimitet, drengene mod præstationer og autonomi. Harriet Bjerrum Nielsen og Kirsten Larsen (1985) har beskrevet, hvordan disse forskelle præger elevernes ageren i klasseværelset. Allerede i de mindre klasser genfindes "intimitetsstrategier" bag pigernes og "magtstrategier" bag drengenes adfærd (se nærmere i kapitel 7). Der viser sig også at være typiske forskelle i pigers og drenges sociale netværk, og for pigernes vedkommende spiller forholdet til bedste-veninden en afgørende rolle.

Birthe Bech Jørgensen (1985) beskriver indholdet af de særlige pigekulturer, der opbygges omkring venindeforholdene. På baggrund af en række intensive interviews med unge kvinder, karakteriserer hun pigernes adfærd som en stadig balancegang mellem KÆRLIGHED og AUTONOMI. Følgende citat (s.122) udtrykker det centrale i denne forbindelse:

> "Lidt forenklet kan man sige, at området for identifikation med moderen især udgøres af den kvindelige norms positive egenskaber: omsorg, orientering mod andres behov og gensidighed. Det er egenskaber som de selv har haft positive erfaringer med under opvæksten og i forholdet til veninderne. Derimod tager de store piger afstand fra den afhængighed og passivitet, som også er en del af den kvindelige norm, og som de både kender fra moderen og sig selv.
>
> Venindeforholdene opdyrkes da også omkring disse positive egenskaber, som styrker de store pigers selvstændighedsbestræbelser - men samtidig kan ven-

indeforholdene paradoksalt nok genskabe den afhængighed, de prøver at gøre sig fri af. Der opstår en konflikt mellem på den ene side den selvstændighed de store piger søger gennem venindeforholdet, og på den anden side den gensidige afhængighed venindeforholdet også skaber.

Konflikten har et navn, nemlig konflikten mellem KÆRLIGHED og selvstændighed, AUTONOMI (Larsen & Bjerrum Nielsen 1982). Det er en konflikt, de store piger har gennemlevet hele deres tilværelse."

Og videre (s.127):

"Der er også piger, der udgrænses fra venindeforholdene i pigeflokken - som aldrig får en bedsteveninde. Nogle af dem finder sammen i løsere venindeforhold, hvor der tit er tre. Andre isoleres helt, trækker sig tilbage fra pigeflokken og henvises til selv at bearbejde konflikten mellem kærlighed og autonomi. De oplever både et dybt savn og en følelse af anderledeshed: "Jeg har hele tiden følt mig anderledes...lidt dum...usikker." Blandt disse piger låses nogle fast i stor ensomhed.

Andre udvikler deres egen form for selvstændighed, som de giver udtryk for gennem protest og kritik - først af de toneangivende piger i klassen, og senere mere bredt af magt- og autoritetsforhold og af den kvindelige afhængighed og passivitet. Men fornemmelsen af savn, usikkerhed og anderledeshed slipper dem ikke."

Denne analyse synes særligt relevant for de piger, der vælger utraditionelle uddannelser og erhverv (Bech Jørgensen, s.128):

"Det er værd at lægge mærke til, at de unge kvinder i håndværksmæssige mandefag, jeg har interviewet (det var kun tre af de 45), havde været udgrænset fra venindeforholdet. Der var ingen tvivl om deres savn af venindeforholdenes gensidighed, omsorg og tillid. Men der var heller ingen tvivl om deres kritik af den kvindelige afhængighed:

> "Det er noget med, at de store piger går sgu ind i den rolle, som er negativ, synes jeg. Det kan godt være, de støtter hinanden i bruddet med forældrene, men de støtter også hinanden i at gå ind i det fængsel der. De bliver også opfordret kraftigt til det. Men det er også hele ungdomskulturen..."."

Kærlighed og/eller autonomi?

Ovenstående kunne godt efterlade det (temmeligt deprimerende) indtryk, at det POSITIVE resultat af pigesocialiseringen: ansvarligheden, de sociale antenner m.v. ikke kan opnås uden at det negative: afhængigheden og den manglende autonomi følger med.

Vi er tilhængere af det mere optimistiske synspunkt, at det "blot" gælder for pigerne om at "bryde ud af fængslet". Pigernes personlighedsudvikling standser ikke (bør ikke standse) ved den relationsorienterede personlige identitet, men derimod fortsætte herfra mod en højere grad af autonomi - der ikke udelukker, men tværtimod involverer ansvarlighed over for andre mennesker.

Tilsvarende er det jo beklageligt (til tider endda katastrofalt), når drenges udvikling standser ved en præstationsorienteret autonomi og ikke føres videre mod en personlighed, hvor selvstændigheden er forbundet med kærlighed til og ansvarlighed overfor andre mennesker.

4.7. ASKEPOT, PETER PAN OG SKOLENS VIRKELIGHED.

Vi har bevæget os fra "tillært hjælpeløshed" og "frygt for succes" over "udvikling af personlig identitet" til "betydningen af pigekulturer og veninderelationer", nok så generelle emner og langt fra hverdagens problemer i fysiklokalerne! Og dog. Elevernes følelser, motivation og selvopfattelse spiller afgørende ind i enhver læreproces, og dette "affektive domæne" af forudsætninger er ikke det samme for piger og drenge. Vekselvirkningen med kønsrolleopfattelsen bliver særlig kraftig i fag som fysik, der har et maskulint image.

I sin mest outrerede form resulterer pigesocialiseringen i ASKEPOTKOMPLEKSET, kvinders skjulte angst for selvstændighed. Men også drengesocialiseringen har sin outrerede version, og resultatet heraf er lige så malende blevet kaldt PETER PAN SYNDROMET. Det karakteriserer "mænd der aldrig er blevet voksne" (Kiley 1983), og som er præget af en vis grad af indbildskhed kombineret med ringe selvsikkerhed og manglende ansvarsfølelse. Peter Pan-manden har en falsk facade af lykke og selvtillid. Han er morsom, charmerende og ofte succesrig. Men hans nære menneskelige relationer er problematiske, han er følelsesmæssigt umoden og ikke i stand til at udvise egentlig kærlighed og ansvarlighed.

Disse beskrivelser kan fortolkes som resultat af en ensidig udvikling langs den ene eller den anden akse i John Heads koordinatsystem (se ovenfor). Og dog er Søren Brun ikke Peter Pan, og Trine er ikke Askepot! Det er naturligvis ikke muligt at indfange alle væsentlige træk i den menneskelige naturs mangfoldighed i sådanne forenklede modeller.

Askepot og Peter Pan kan alligevel opfattes som "modeller" eller "typer", som beskriver karakteristiske træk ved mennesker i det moderne samfund. Disse psykologiske fænomener har vel altid eksisteret (i visse sociale lag), men de antages at være blevet mere iøjnefaldende i de sidste 20-25 år, bl.a. som

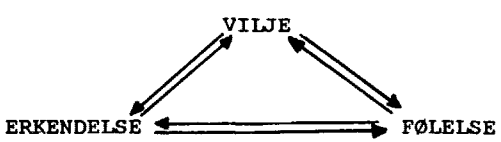
følge af ændringer i vores livsmønster, og dermed i opvækstforholdene for børn og unge. Virkelighedens mennesker har så flere eller færre træk fælles med de "rene tilfælde".

Mange psykologer og pædagoger diskuterer på lignende måde fremkomsten af en ændret "socialkarakter" eller en "ny socialisationstype": NARCISSISTEN, inspireret af bl.a. de tyske forskere Thomas Ziehe og Herbert Stubenrauch (1983). Deres fremstilling lider dog af den svaghed, at der ikke skelnes mellem pigers og drenges socialisation. Ja, det er næppe forkert at sige, at disse og andre meget omtalte socialpsykologer faktisk beskriver en ændring i drengenes socialisation. Pigesocialisationen har også tidligere været præget af narcissistiske træk.

Men måske oplever vi nu også (andre) ændringer for pigers vedkommende? I bogen "Piger og drenge - om kønssocialisering i 80'erne" beskriver Katrin Hjort (1987) flere socialisationstyper for både drenge og piger. Hun argumenterer således for en mere nuanceret og - efter vor mening - mere tilfredsstillende teori, selvom vi ikke umiddelbart kan tilslutte os den konklusion, at piger og drenge bliver mere og mere ens.

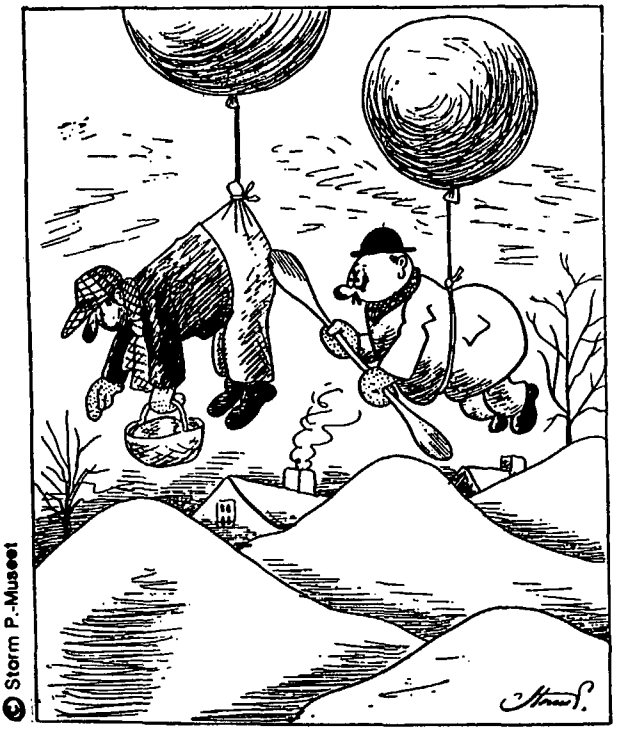
Ziehe og Stubenrauch behandler også undervisning og indlæring, og de taler her om, at ungdommen er præget af en ambivalens: en modsat rettet drift imod progression (fremskridt, ny erkendelse) og regression (tryghed, hvilen i det kendte). Denne teori vil blive taget op igen i kapitel 5. Her vil vi blot konstatere, at der er en vis overensstemmelse mellem denne beskrivelse og vores egen diskussion af kravet om "risikovillighed" over for behovet for tryghed og bekræftelse. Som tidligere tiders opdagelsesrejsende må eleven samle personligt mod - drevet af trang til oplevelser og spænding. Efter en vellykket færd vil personen rekreere sig i trygge omgivelser, for så efter en tid at drage ud på nye (farlige) eventyr!

I den foregående gennemgang af forskellige teorier for kønsforskelle i indlæringsstil er risikovilligheden blevet yderligere nuanceret af krav til autonomi, troen på succes og ansvar for sin egen læreproces. Meningsfuld indlæring forudsætter altså, at eleven selvstændigt VÆLGER at søge denne. I vor tidligere fremhævede kobling mellem kognitive og affektive (erkendelsesmæssige og følelsesmæssige) faktorer kunne der altså være grund til at tilføje et tredje hovedelement: VILJEN.



Fremhævelsen af vekselspillet mellem erkendelsen, følelsen og viljen er ikke ny eller original. Allerede i 1882 blev netop disse kategorier fremhævet af den danske filosof Harald Høffding i bogen "Psykologi i omrids på grundlag af erfaringen", hvor han tager afstand fra den dengang gængse opfattelse af vort bevidsthedsliv som en passiv modtagelse (reception) af ydre indtryk:

> "Tværtimod er vort mentale liv en aktiv, skabende syntese af erkendelse, følelse og vilje, i hvilken det ikke er muligt at skelne klart mellem isolerede elementer. Viljen opfatter Høffding som det væsentligste, thi gennem den befordres den aktive stræben, som er livsnerven i enhver organisk funktion."
>
> (Politikens Håndbog 1960).



EN SNILD METODE

Selv om Balloner er gaaet noget af Mode, kan de dog med Held anvendes ved Vintertid, naar Sneen ligger højt — navnlig paa Landet. Som det ses af Fig., gaar det ikke blot at lade sig føre af Sted af Ballonen — man maa ogsaa kunne styre den, og dertil kan anvendes en Padle fra en Kajak — det kræver nogen Øvelse, især i Modvind. Landingen sker ved, at man overskærer Baandet og lader sig falde i den Snedrive, som ligger nærmest det Sted, man skal til.

Del II:

UNDERVISNINGSTILRETTELÆGGELSE.

KAPITEL 5.

Kognitive undervisningsteorier.

I de foregående kapitler er både de generelle og de kønsspecifikke problemer ved indlæring af fysik beskrevet. I dette kapitel beskrives nogle undervisningsteorier, som er udarbejdet med henblik på undervisning i naturvidenskab. Disse teorier tager specielt sigte på den del af undervisningen, der har til formål at lære eleverne om fagets begreber og relationerne imellem dem. I ethvert empirisk baseret fag er det denne del af undervisningen, der volder eleverne problemer i langt højere grad end den "naturhistoriske" del, der sigter på beskrivelse af fænomener.

Forskning i, hvorledes der bedst undervises i naturvidenskabelige fag, er af relativ ny dato. I 1962, da udarbejdelsen af Nuffield-undervisningsmaterialet i naturvidenskab startede, søgte medarbejderne i dette projekt råd fra uddannelsespsykologer, men fik det svar, at man ikke vidste meget om undervisning i naturvidenskaber (Waring 1979). Siden er der imidlertid foretaget megen forskning i, hvorledes indlæring af de naturvidenskabelige fag finder sted, og der er fremsat teorier om, hvordan undervisningen kan tilrettelægges. Forskningsarbejdet har imidlertid ikke resulteret i en enkelt alment accepteret teori, som undervisningstilrettelæggelsen kan baseres på. Vi vil derfor i dette kapitel omtale nogle udvalgte elementer af forskellige teorier, som er fremkommet i litteraturen, og som efter vores mening siger noget væsentligt om fysikundervisning.

Piagets undersøgelser af børns indlæring, som er beskrevet i kapitel 3, danner grundlag for en stor del af forskningen i undervisning i naturvidenskabelige fag. I denne forskning refereres der ofte til D. Ausubel, som har udarbejdet teorier for, hvorledes større børn og unge mennesker skal undervises i naturvidenskabelige fag. Ausubels teorier, som også bygger på dele af Piagets teorier, blev udformet i begyndelsen af 60erne, senere videreudviklet af Novak og beskrevet på dansk af Albert Paulsen (Ausubel 1963; Novak 1978; Paulsen 1984). I det følgende vil Ausubels teorier blive behandlet relativt grundigt, men også andre forskeres arbejde vil blive beskrevet. En kort, let læst oversigt over forskningens stade i 1982 er skrevet af J. Head (1982).

5.1. OM AT GØRE INDLÆRING MENINGSFULD.

Et centralt begreb i Ausubels teori er meningsfuld indlæring i modsætning til udenadslæren. Sammen med mange andre kognitive psykologer mener han, at begreber og facts ikke lagres i hukommelsen som en række uafhængige enheder ligesom perler på en snor. Begreber og facts er organiseret i et mønster, den såkaldte kognitive struktur, som er en organisering af det enkelte individs viden i form af facts, sansedata, begreber, relationer og teorier.

Hvis et nyt lærestof kan integreres i den eksisterende struktur, så bliver det meningsfyldt for eleven og kan anvendes sammen med tidligere indlærte begreber i nye situationer. Hvis eleven imidlertid ikke kan integrere det nye i den eksisterende kognitive struktur, så vil undervisningen blot resultere i udenadslæren, som ikke er meningsfuld, d.v.s. at den måske kan gengives mere eller mindre ordret i en eksamenssituation, men at den ikke kan anvendes og kombineres med anden viden.

Et symptom på udenadslæren er mange elevers tilsyneladende ret tilfældige valg af, hvilke formler der skal anvendes i hvilke opgaver:

dreng: "Noget af det der nok har været sværest, synes jeg, det er at huske alle formlerne i fysik og sammenligne dem, altså at kunne tage den rigtige formel hver gang."

Ligeledes kan den i kapitel 3 beskrevne bevarelse af hverdagsbegreber efter indlæring af de videnskabelige begreber ses som et symptom på udenadslæren.

Alt indlært stof er udsat for glemsel. Men svarende til forskellen mellem meningsfuld indlæring og udenadslæren skelner Ausubel mellem meningsfuld glemsel og blot glemsel. Det, der er lært meningsfuldt, bliver også glemt meningsfuldt. F.eks. kan en elev glemme Ohms lov, men alligevel huske, at der er en bestemt relation mellem strøm, spænding og modstand. Hvis eleven senere skal lære nye emner i elektricitetslære, vil dette være en hjælp, selv om eleven ikke husker den nøjagtige formulering af Ohms lov. I modsætning hertil møder man ofte elever i 1.g, som har lært Ohms lov i folkeskolen, og som også kan huske, at den hed U=RI. Men de kan intet huske om, hvad bogstaverne symboliserer. Disse elever har ikke glemt på en meningsfuld måde. Den bogstavkombination, U=RI, som de husker, kan ikke på nogen måde anvendes.

Nogle undersøgelser tyder på, at både piger og voksne kvindelige universitetsstuderende i større udstrækning end drenge og mænd lærer vanskeligt stof udenad. Drenge og mænd prøver oftere end piger og kvinder at gå i dybden med de vanskelige begreber, og dermed forstå de grundlæggende problemstillinger (Ormerod 1975).

5.2. KLARGØRELSE AF KONFLIKTER MELLEM HVERDAGSBEGREBER OG VIDENSKABELIGE BEGREBER.

Ausubel (1963) skrev:

> "Hvis jeg skulle reducere hele uddannelsespsykologien til bare eet princip, ville jeg sige: Den vigtigste faktor, som påvirker indlæringen, er det, eleven allerede ved. Undersøg det og undervis ham i overensstemmelse hermed."

En anden uddannelsesforsker udtrykker det på denne måde:

> "Før man forstår, hvordan eleverne tænker spontant, vil man ikke være i stand til at vise dem begrænsningerne heri"
>
> (Case 1976, citeret fra Driver & Easley 1978).

I kapitel 3 er det beskrevet, hvorledes eleverne allerede besidder en omfattende mængde af ideer om naturen, de såkaldte hverdagsbegreber, når de møder skolens fysikundervisning første gang. Det er også her beskrevet, hvorledes det er almindeligt, at elever selv efter flere års omfattende fysikundervisning har bevaret de oprindelige hverdagsbegreber, også hvor de er i konflikt med de accepterede videnskabelige begreber. Eleverne anvender sidstnævnte begreber ved løsning af problemer, som præsenteres på den måde, de er blevet i undervisningen, mens hverdagsbegreberne anvendes på fænomener, som præsenteres anderledes, d.v.s. ofte på en mindre formaliseret måde end det har været sædvane i undervisningen.

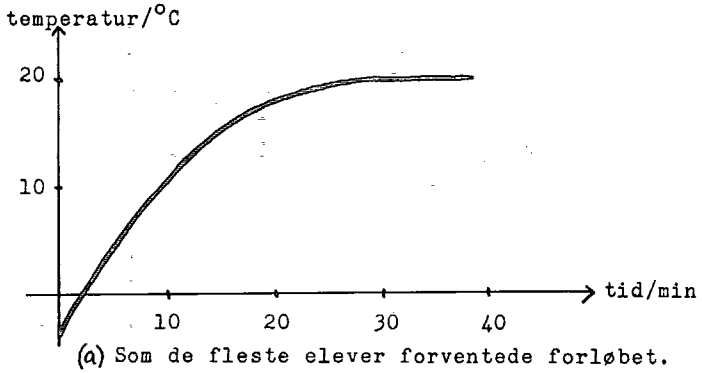
Da det selvfølgelig er et mål med undervisningen, at eleverne skal lære at anvende de accepterede videnskabelige begreber på mange forskellige problemer, uafhængig af den måde de præsenteres på, så er der i de senere år blevet foretaget en del forskning i metoder til en bedre indlæring af disse. Værdien af disse metoder må i sidste ende afhænge af erfaringer fra

afprøvning af dem. Endnu er der kun få erfaringer rapporteret i litteraturen, og ingen af dem viser klart overbevisende resultater i retning af en markant forbedring af indlæringen. Derfor må nedenstående beskrivelse af nogle foreslåede metoder hovedsagelig læses som ideer til ændringer, som kræver yderligere afprøvning.

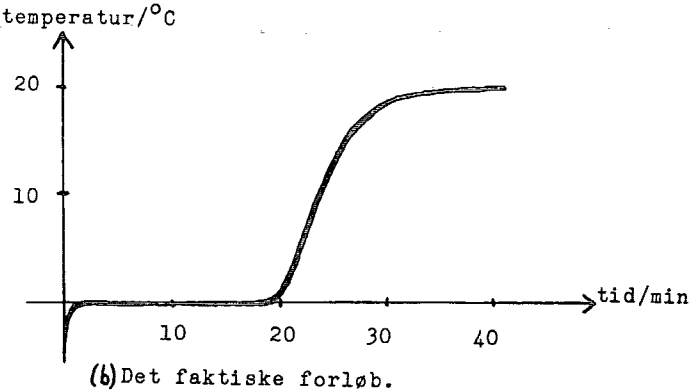
I den konfluente pædagogik, som beskrives i kapitel 8, lægges der vægt på, at eleverne klargør sig både deres egne forestillinger om og deres følelser i forhold til et givent emne, før undervisningen begynder. I det nævnte kapitel er redegjort for, hvorledes vi har søgt at gøre eleverne bevidste om disse forhold, når vi har startet undervisning i et nyt emne.

Flere forskere har foreslået, at man i undervisningen skal skabe situationer, hvor eleverne bringes til at indse, at deres hverdagsbegreber kun er anvendelige inden for et snævert område eller eventuelt er helt fejlagtige. Vi har f.eks. som indledning til undervisning i begrebet "smeltevarme" lavet et forsøg med eleverne, hvor vi målte det tidslige forløb af temperaturen i en smeltende isblok. Før forsøget fandt sted, blev eleverne bedt om at tegne en graf, som kvalitativt illustrerede deres forventninger til ændringerne i temperaturen, som funktion af tiden. Efter forsøget tegnede eleverne så en graf over det faktiske forløb. Det viser sig, at grafen over det forventede forløb er en stadigt voksende funktion hos næsten samtlige elever, mens den faktiske graf viser, at temperaturen holder sig konstant på 0°C i længere tid.

Ved at skulle forklare forskellen på det forventede og det faktisk målte temperaturforløb, bliver eleverne sporet ind på begrebet smeltepunkt, og de får en forståelse af, at der kræves energi til at smelte et stof. Først herefter er det meningsfuldt at give sig til at lave nye forsøg med henblik på at beregne smeltevarmen.



(a) Som de fleste elever forventede forløbet.



(b) Det faktiske forløb.

Figur 5.1 Isklumpens temperatur som funktion af tiden efter at den blev taget ud af fryseren. (a) Som de fleste elever forventede forløbet. (b) Det faktiske forløb.

I litteraturen (Driver & Easley 1978; Driver & Erickson 1983) refereres flere undersøgelser af virkningen af at skabe sådanne kognitive konflikter mellem elevernes intuitive begreber og de accepterede videnskabelige begreber. Resultaterne af denne metode synes at være blandede. Der fremkommer ændringer i nogle elevers begreber, men der synes også at være en del elever, som ikke ændrer deres begreber. Nogle gange ser man, at eleverne optager de nye begreber på lige fod med hverdagsbegreberne, men uden at forkaste de sidstnævnte. Andre gange

ser man, at hverdagsbegreberne beholdes, men påhæftes de nye ord, der er lært i skolen. Endelig kan der ske det, at eleverne blot lærer de nye teorier og begreber udenad, således at de kan gengives verbalt.

En beskrivelse af, hvorledes det nye kan ligge i elevens bevidsthed længe uden egentligt at blive integreret, gives også af Ziehe og Stubenrauch, men eksemplificeret med en læresituation meget forskellig fra fysikundervisningen (Ziehe & Stubenrauch 1983). De skildrer et møde blandt studenteroprørere om spørgsmålet "Hvorfor blev jeg rød?". Deltagerne skildrede den forandring, der var sket, som en proces der bestod af mange lag, hvor eet blandt flere var, at de havde hørt dele af nogle teorier.:

> "Man havde "hørt", ikke ubetinget forstået, begrebet og bearbejdet tingene. Det nye havde så at sige lejret sig ved siden af ens egen bevidsthed.
>
> Afgørende var, at tilspidsede biografiske situationer først skulle være til stede, før det, som man allerede havde hørt én gang, ganske pludseligt kunne få en identitetsrelevant betydning og derefter integreres i ens eget verdens- og selvbillede, som dermed kom ud for en omvæltning. Pludselig blev man i stand til selv at anvende det, som man allerede havde hørt, og som man allerede "vidste i forvejen"!
>
> Disse biografiske situationer muliggjorde, at man kunne føre tingene sammen: det, som man vidste i forvejen, kunne man relatere til sig selv."

Ifølge Ziehe og Stubenrauch er studenteroprørernes erfaringer udtryk for det almene forhold, at konteksten er afgørende for forløbet af en læreproces. Hermed mener de, at det ikke kun afhænger af selve indholdet i lærestoffet, om undervisningen sætter udviklingsprocesser igang - eller med Ausubels ord resulterer i meningsfuld indlæring. Det afhænger i mindst lige så høj grad af elevens kulturelle miljø og hele personlige

situation. I skolen står eleven i en altovergribende kontekst, hvor det gælder for eleven om at forsvare sig - mener Ziehe og Stubenrauch. Først når det psykiske forsvar slækkes, kan en indlæring finde sted. Metoder til at få elever til at gøre dette, beskrives i kapitel 8.

Metoden, som går ud på at skabe kognitive konflikter, satser på et diskontinuert, revolutionært skift i elevens kognitive struktur. Ikke alle forskere mener, at der bør sigtes på så bratte kognitive ændringer. Nogle mener, at man bør satse på en mere glidende, evolutionær udvikling. De argumenterer imod at tale om "forkerte" begreber (Gilbert & Watts 1983). I stedet for taler de om "alternative" begreber som et udtryk for den holdning, at det sæt begreber, som et menneske på et givet tidspunkt er i besiddelse af, er et resultat af dette menneskes organisering af hidtidige erfaringer, og som sådan et naturligt led i en udvikling. Derfor bør de "alternative" begreber, hverdagsbegreberne, respekteres og erkendes som ofte værdifulde for individet inden for et begrænset anvendelsesområde, i stedet for at blive betragtet som kognitive mangler. F.eks. har de fleste mennesker, før de modtager undervisning i mekanisk fysik, den opfattelse, at opretholdelse af et legemes bevægelse kræver påvirkning af ydre kræfter. Denne opfattelse stemmer overens med alle de erfaringer, man gør i dagligdagen, hvor friktionen altid vil standse et legemes bevægelse, hvis dette ikke påvirkes af andre kræfter. Derfor er den intuitive teori, at opretholdelse af bevægelse kræver påvirkning af ydre kræfter, anvendelig i mange dagligdags forhold. På trods af denne anerkendelse af det værdifulde i de alternative begreber, må fysikundervisningen alligevel stræbe efter, at disse begreber og teorier efterhånden erstattes af de videnskabeligt accepterede, da disse har et større anvendelsesområde. Men det at vise grundlæggende respekt for de alternative begreber, hverdagsbegreberne, og at inddrage dem i undervisningen og vise inden for hvilket erfaringsområde, de faktisk er nyttige, vil kunne bidrage til at mindske fysikundervisningens særlige karakter af, at et udsagn enten er 100 % rigtigt eller 100 % forkert. I denne sammenhæng kan henvisning til den historiske udvikling af teorier være værdifuld. F.eks. kan man fortælle

om mekanikkens historie, hvor Newtons teorier i begyndelsen af vort århundrede erkendtes kun at være gyldige for en begrænset mængde af bevægelser. I kapitel 4 er der redegjort for de indlæringsproblemer, som denne "enten-eller"-karakter af fysikundervisningen giver anledning til, ikke mindst hos pigerne.

5.3. REFORMULERING AF VIDENSKABELIGE BEGREBER OG RELATIONER.

Hvis en elev skal forklare et begreb eller en teori med egne ord i dagligdags sprog og med brugen af egne billeder, så bliver eleven tvunget til at sætte det nye begreb i relation til sin nuværende kognitive struktur, og derved bliver indlæringen mere meningsfuld end en ren udenadslæren (Arons 1983 og 1984).

Arons angiver mange muligheder for at øge elevernes forståelse af forskellige kognitive processer ved at lade dem formulere definitioner, symboler og aritmetiske udtryk med deres egne ord, og ved at lade dem beskrive forskellige fænomener med ord og ikke kun med formler.

Som beskrevet i kapitel 3 er det svært for mange elever at forstå og anvende forhold mellem to størrelser. F.eks. er begrebet massefylde, som er forholdet mellem et legemes masse og volumen, et vanskeligt begreb for en del elever i 1.g. Uanset hvor godt læreren prøver at forklare betydningen af dette forhold, vil mange elever have vanskeligt ved at forstå det. Arons påpeger her nødvendigheden af at stille spørgsmål, som giver eleverne lejlighed til at fortolke forholdet med deres egne ord. F.eks. foreslår han, at man stiller spørgsmål af typen: "Vi tager den målte masse (340 g) af legemet og dividerer den med volumenet (120 cm^3). Hvordan fortolker du tallet 340/120? Fortæl, hvad det betyder ved hjælp af enkle, dagligdags ord." Nogle elever vil blot svare, at det er massefylden. Arons lægger da meget vægt på at få eleven til at skelne mellem det at give en beskrivelse eller fortolkning og så blot at navngive. Når eleven har fået at vide, at navnet i

sig selv ikke er en fortolkning, vil vedkommende måske sige, at det er massen pr. volumen eller antal gram i 120 cm^3. Eleven skal da bringes videre i fortolkningen indtil hun kan formulere, at forholdet angiver antal gram i 1 cm^3 af stoffet.

En fortolkning af et enkelt forhold er imidlertid ikke nok. Læreprocessen kræver mange gentagelser, men med variationer. Man kan inddrage andre emner med samme logiske indhold, f.eks. tolkning af forholdet mellem pris og mængde af en vare. Efterhånden kan man så prøve at få eleven til at generalisere, at i sådanne situationer fortæller brøken, hvor mange af enhederne i tælleren, der hører til een af dem i nævneren. Endelig kan eleverne ledes til at tolke betydningen af det omvendte forhold, f.eks. forholdet mellem volumen og masse.

Arons mener, som her illustreret, at en meningsfuld indlæring af forholdsbegrebet kræver, at eleven med egne ord bringes til at give reelle fortolkninger af mange eksempler på forhold. Og at eleven bringes til at forstå forskellen mellem et navn eller en formel og en fortolkning. Han argumenterer derfor for, at et begreb udforskes og at anvendelser beskrives, før det navngives. Han mener eksempelvis, at der skal undervises i betydningen af forholdet masse/volumen før navnet massefylde nævnes. Tilsvarende skal f.eks. betydningen af størrelsen dv/dt udforskes, før det gives navnet acceleration.

Det er også vigtigt at lade eleverne få lejlighed til selv at bruge nyligt indlærte videnskabelige begreber til at beskrive fænomener. F.eks. kan man bede eleven beskrive de energiomdannelser, der finder sted i de forskellige stadier af en bolds bevægelse, fra den bliver kastet, til den rammer jorden igen.

I en klasseundervisning er det vanskeligt at finde tid til at give alle elever mulighed for at formulere begreberne med egne ord. Gruppearbejde giver her bedre muligheder for den enkelte elev. Nogle undersøgelser tyder på, at den indbyrdes diskussion mellem eleverne i små grupper er meget værdifuld, når eleverne skal tilegne sig nye begreber (Driver & Easley 1978).

Ligeledes giver skriftligt arbejde eleverne lejlighed til at formulere sig med egne ord. De traditionelle fysikrapporter er værdifulde i denne sammenhæng, hvilket mange elever også anerkender. Det skriftlige arbejde kan imidlertid også bruges på andre måder end til rapportering af eksperimentelt arbejde. Når et nyt begreb eller en ny teori er blevet introduceret i undervisningen, kan man lade eleverne skrive et lille essay med eksempler på, hvorledes det nye begreb finder anvendelse i deres hverdag. Det kan f.eks. være en forklaring på, hvorfor bordets stålben føles koldere end bordpladen af træ. Man kan også lade eleverne lave en tegning af fænomenet, således at de får lejlighed til at bruge forskellige udtryksformer. Disse essays kan eventuelt bruges som grundlag for klassediskussioner (Farmer 1985).

5.4. OPBYGNING AF ET MENINGSRESERVOIR FOR ET BEGREB.

> dreng: "... da vi startede i gymnasiet, fik vi simpelthen i fysik banket så mange begreber ind i hovedet, så man sad og fuldstændig distancerede og vidste slet ikke, hvad der egentlig skete omkring en og sådan noget...."

Ovenstående citat fra en dreng i 1.g illustrerer en udbredt fornemmelse hos eleverne. Mange af dem klager over, at tempoet i fysikundervisningen er for hurtigt, og at der introduceres for mange nye begreber på kort tid.

Hvis et indlært begreb skal kunne bruges i den efterfølgende undervisning og senere uden for skolen, er det vigtigt at sikre, at eleverne har fået det stabilt integreret i deres kognitive struktur. Men for at afklare hvad forståelse af et begreb indebærer, må man have en forestilling om, hvad et begreb er. Nedenstående uddrag af en artikel af Finn Elvekjær diskuterer begrebsforståelse (Elvekjær 1983):

"Før vi kan forstå, hvad det vil sige at have tilegnet sig et begreb, må vi have en klar forestilling om, hvad det er, der konstituerer begrebet. Vi må forstå, hvad et begreb er, og på god fysikermanér betyder det, at vi må beskrive begrebet.

Vi ser på et eksempel. Hvad er en kraft? Svar: Det er en påvirkning, der kan ændre et systems tilstand. Et systems tilstand er beskrevet ved en række parametre. Det kan f.eks. dreje sig om "en fodbold", og dens tilstand er bl.a. beskrevet ved dens hastighed og position, og påvirkningen kan være et spark.

Den ovenstående forklaring er selvfølgelig langt fra fyldestgørende, selv hvis den krydres med Newtons love. Der må mange andre eksempler til. Der må gives mange eksempler på forskellige krafttyper, og der må gives mange eksempler på, hvordan de forskellige kræfter anvendes i konkrete situationer. Min påstand er, at det kraftbegreb, der her er tale om, er beskrevet ved alle de typer af eksempler, hvor det kan anvendes. Eller: Man har først et fuldt billede af kraftbegrebet, når man kender alle de gængse krafttyper, og når kraftbegrebets anvendelsesområde er afgrænset.

På samme måde med energi. Man har først et fuldt billede af energibegrebet, når man kender alle de gængse energiformer, og når man kender de forskellige energiformers anvendelsesområde. Dette indebærer selvfølgelig, at man også må kunne beskrive, hvordan de forskellige energiformer kan omsættes til hinanden, i hvert tilfælde i en række typiske eksempler.

Den begrebsbeskrivelse, jeg her har prøvet at antyde, minder om beskrivelsen af en kvantemekanisk operator. Operatoren er defineret, når dens virkning er givet på et fuldstændigt sæt af vektorer i opera-

torens vektorrum. Operatoren svarer til begrebet og vektorrummet svarer til begrebets anvendelsesområde.

Sandsynligvis er en begrebsbeskrivelse af denne art for bastant, og den er ikke præcis, idet det f.eks. ikke er klart, hvad der skal forstås ved et "fuldstændigt" sæt af anvendelser. Det er ovenikøbet sandsynligt, at omfanget af et "fuldstændigt" sæt af anvendelser vil være forskelligt fra person til person. Men hvis strukturen i denne begrebsbeskrivelse er nogenlunde dækkende, har vi heri både nøglen til løsningen af transferproblemet og et væsentligt grundlag for, hvordan en indlæringsproces skal tilrettelægges."

Som Elvekjær skriver, er det ikke klart, hvad der skal forstås ved et "fuldstændigt" sæt af anvendelser af et begreb og dermed en "fuldstændig" forståelse. Iflg. Ausubel er viden dynamisk, og det vil i denne sammenhæng sige, at den forståelse som et menneske har af et begreb, hele tiden kan udvikles yderligere. Det har ikke mening at påstå, at man på noget tidspunkt har den fulde forståelse af et begreb. Man vil hele sit liv kunne erfare nye aspekter af et begreb, og for hver ny erfaring man gør, vil forståelsen af begrebet ændre sig lidt.

Denne opfattelse af begrebsforståelse, som noget der er under stadig udvikling, men aldrig fuldendes, er af grundlæggende betydning for undervisningen. Det betyder f.eks., at læreren ikke blot kan sige: nu skal vi lære kraftbegrebet, energibegrebet o.s.v. Læreren må først gøre sig klart, hvilke aspekter, hvor meget, på hvilket niveau begrebet skal læres. Hvad skal netop hendes elever kunne bruge begrebet til? Og ikke mindst må læreren være klar over elevernes forudsætninger, jvf. bl.a. diskussionen i kapitel 3 om kognitive udviklingsfaser.

Det er vigtigt, at læreren har forståelse for, at viden ikke blot er en færdig pakke, som eleverne (og hun selv) enten har eller ikke har. Hvis læreren har forståelse for, at viden er

dynamisk - en aldrig afsluttet proces, så bliver det også lettere for læreren at acceptere elevernes "foreløbige" begrebsforståelse, og at acceptere de store individuelle forskelle i denne forståelse mellem eleverne. Hvis læreren ikke accepterer disse forskelle, vil det kunne medføre, at eleverne griber til udenadslæren for at tilsyneladende tilfredsstille lærerens krav. Derfor er det vigtigt, at læreren ikke blot forkaster elevbesvarelser, som er delvist ukorrekte, men fremhæver det korrekte og anvendelige samtidig med en eventuel kritik.

Det er også vigtigt, at eleverne bevidstgøres om læreprocessernes forløb. Når eleverne klager over, at formlerne til dels er et meningsløst puslespil, som de ofte gør i 1.g, så kan det være en konsekvens af en uhensigtsmæssig undervisning. Men det kan også være et udtryk for, at eleverne selv opfatter viden som en "færdig pakke", som man enten har eller ikke har. Eleverne tror måske, at når de har set en formel og eventuelt lært formlens bogstavkombination udenad, så har de lært denne formel. Derfor bør eleverne undervises i, at man nødvendigvis må starte med en begrebsforståelse eller en formelforståelse, som er meget usikker og overfladisk. Først gennem en langvarig læreproces bliver begrebsforståelsen og formelforståelsen dybere og bredere. Eleven må altså lære at acceptere, at der er faser, hvor forståelsen er meget usikker, og at dette er ens for alle. Matematikeren Dorte Olesen (professor på RUC) (Olesen 1987) udtrykker det således:

> "Jeg har senere haft megen glæde af så tidligt at opdage, at der er perioder, hvor man virkelig kører frem i stormtempo, og så pludselig kommer en tid, hvor man ligesom standser og mister lysten. Og så går det igen stærkt. Når man ved det, "fortvivler" man aldrig, når det går trægt."

I kapitel 4 er det beskrevet, hvorledes manglende accept af stadier med usikker forståelse især er en hæmsko for pigers indlæring af fysik.

5.5. KONSOLIDERING AF BEGREBSFORSTÅELSEN.

Ausubel understreger betydningen af konsolidering af de enkelte led i et undervisningsforløb, før man går videre til næste led. Paulsen (1984) skriver herom:

> "Alt efter stoffets karakter kan det gøres ved diskussioner og samtaler, hvor begreber og begrebsmæssige sammenhænge afklares, misforståelser korrigeres osv. Der kan gives opgaver, der dels kræver reproduktion af det gennemarbejdede stof, dels giver mulighed for at bruge stoffet i nye situationer. Specielt for fysik- (og den øvrige naturvidenskabs-) undervisning gælder, at eksperimenter i særlig grad giver mulighed for at anvende viden i konkrete og nye situationer.
>
> I alle disse konsolideringsbestræbelser er det vigtigt ikke blot at se et stykke lærestof - et led i sekvensen - placeret i forhold til de nærmest foregående led, men også ved oversigter, repetitioner og lignende se det placeret i en større sammenhæng."

Desuden skriver Paulsen om, hvorledes man kan etablere et samarbejde med dansklæreren og lade eleverne skrive en stil, hvor der også inddrages de samfundsmæssige og miljømæssige perspektiver omkring et emne, f.eks. om energi.

En vekslen mellem perioder i undervisningen, hvor der introduceres nye begreber, og perioder hvor der kredses om de begreber, der allerede er præsenteret, er af betydning ikke blot som en mulighed for at vise mange eksempler på et begrebs anvendelsesområder og for at lade eleverne foretage den nødvendige sammenkobling af de nye begreber med tidligere indlærte begreber, men også for at tilgodese elevernes affektive behov i indlæringsprocessen. Dette aspekt understreges af Ziehe og Stubenrauch (1983). De skelner mellem to faser i en

undervisningsproces: progressionsfasen og regressionsfasen, som svarer til to modsatte tendenser i ethvert individ - progressionsinteressen og regressionsinteressen.

> "Regressionsinteressen retter sig mod oplevelsen af sammensmeltning, fusion og enhed med andre objekter. Den kan være lystorienteret, men den er det på en psykisk konservativ måde: lyst som tilbagekomst af tidligere bekendte selvtilstande og lyst som gentagelse af det evigt-samme. Lyst som oplevelse af midlertidigt fravær af angst. Regressionsinteressen følger således betragtet et sikkerhedsprincip: "Hvad man har, det har man". Hvis man udelukkende fulgte sine regressionsinteresser, ville der opstå en særlig fare og også en angst for denne fare - nemlig en angst for stilstand.
>
> Progressionsinteressen retter sig derimod mod oplevelser af forandring, fremadskriden og kunnen. Disse oplevelser forudsætter kompetance i omgangen med objekter og beherskelse af teknikker. Set i denne betydning er progressionsinteressen psykisk fremadrettet. Den kan også være lystorienteret, men i så fald i overensstemmelse med en lyst, som opstår ved oplevelse af det "nye", som indtil nu ikke har været muligt for jeget - altså som selvrelateret forandring. Progressionsinteressen følger et risikoprincip: "Det ville være godt tosset, hvis jeg ikke..". Dette princip indeholder imidlertid ligeledes fare og angst: angsten for at mislykkes og tage fejl på en måde, der smertefuldt og krænkende kaster mig tilbage til mit udgangspunkt."

Regressionsfasen er således ikke helt det samme som konsolideringsfasen. Denne er en fase med seriøst arbejde, hvor man blot ikke går videre med nye begreber. I regressionsfasen kan der også arbejdes seriøst med konsolidering, d.v.s. kredsen om de tidligere indlærte begreber og en forøgelse af erfaringer med relation til disse begreber, hvad der i den konfluente

pædagogik er kaldt opbygning af et meningsreservoir, se nærmere herom i kapitel 8. Men regressionsfasen indeholder også et element af afslapning, det at bruge undervisningstiden til pjat og hyggesnak efter en periode med koncentreret arbejde. Denne form for regression levnes der yderst sjældent plads til i fysiktimerne p.g.a. den alt for korte undervisningstid, der er til rådighed til at opfylde undervisningsbekendtgørelsens krav. Ziehe og Stubenrauch mener, at behovene for regression og progression er lige vitale for os, og hvis der ikke afsættes rimelig tid til regression, så kan der heller ikke opnås nogen progression. Hvis der ensidigt lægges vægt på progression, så reduceres lystkomponenten i elevernes progressionsinteresser, og tendensen til regression bliver en blokering for tilegnelsen af nyt stof.

5.6. EKSPLICIT UNDERVISNING I STRUKTURERING AF BEGREBER.

Ausubel kritiserer megen undervisning for at introducere emner i en rækkefølge og på en måde, som ikke klart viser den begrebsmæssige struktur. Han mener, at eleverne har vanskeligt ved at foretage den nødvendige strukturering og integration af de nye begreber i deres tidligere kognitive struktur. Hvis denne strukturering og integration ikke finder sted, vil der ikke kunne ske en meningsfuld indlæring, og resultatet bliver højst udenadslæren.

Følgende uddrag (Paulsen 1984) viser eksempler på, at undervisningen ikke altid prioriterer tydeliggørelsen af den begrebsmæssige struktur:

> "Traditionelt er det således almindeligt, at man tager mekanisk arbejde, varme og elektrisk arbejde hver for sig, inden man nævner arbejde og varme som ækvivalente begreber og nævner energibevarelsen (termodynamikkens første hovedsætning). For eleverne indtager den sidste del af undervisningen, som handler om væsentlige generelle sammenhænge, ikke mere

"plads" i form af tid eller intellektuel udfordring end ethvert af de første emner. Undervisningen har det sædvanlige indhold af formler, eksempler og opgaver osv. Bortset fra at læreren siger dette eller hint er væsentligere, ligger der i reglen ikke i selve undervisningen noget, der over for eleverne indikerer, at een relation er mere overordnet end en anden. Det overlades således i det store og hele til eleverne at indse generaliteten.

Et andet eksempel er Ohms lov og Maxwells ligninger. Behandlingen af de to "emner" adskiller sig ikke fra hinanden, hverken i beskrivelse, omfang, opgavernes form eller eksperimenternes udformning. Kun den geniale elev vil kunne indse den meget væsentlige forskel i generalitet. Dette var da også acceptabelt, hvis det for en elevgruppe slet ikke var hensigten at formidle en generel begrebsstruktur. Ohms lov er jo udmærket til at behandle praktiske kredsløbsspørgsmål. Men i gymnasiet er det jo netop et krav at kunne indse overordnede generelle faglige strukturer. Mange undersøgelser viser, at eleverne ikke kan leve op til disse krav f.eks. med hensyn til termodynamikkens første hovedsætning."

Paulsen giver en uddybet beskrivelse af, hvorledes Ausubel foreslår, at en begrebsstruktureret undervisning bør tilrettelægges. Her vil vi blot give en kortere beskrivelse med vægt på Ausubels centrale begreb "organisator for nyt lærestof" eller "ankerbegreb". Dette ankerbegreb er et overordnet begreb eller begrebsrelation for et emneområde. Et eksempel på et ankerbegreb kan være energibegrebet.

Iflg. Ausubels teori bør undervisningen i et nyt emneområde indledes med introduktion af ankerbegrebet, og først derefter skal de underordnede begreber og detaljer introduceres. Han anbefaler altså, at undervisningen bevæger sig fra det generelle til det specielle. Når eleverne fra starten har tilegnet sig de overordnede begreber eller begrebsrelationer, kan de

indsætte de underordnede begreber i en meningsfuld sammenhæng med det samme. Hvis de derimod lærer detaljerne og de underordnede begreber først, vil disse ikke kunne indsættes i en sammenhængende struktur, og de vil hver for sig ses som uafhængige, sideordnede emner. Som nævnt er det således almindeligt, at man underviser i mekanisk arbejde, varme og elektrisk arbejde hver for sig, og ofte adskilt af længere tidsperioder, inden man omtaler det mere generelle energibegreb og energibevarelse. Ausubel mener, at denne undervisningsrækkefølge, som går fra det specielle til det generelle, medfører, at eleverne vil lære de underordnede begreber delvist udenad, således at de, når de senere bliver præsenteret for de overordnede begreber, ikke vil være i stand til at etablere en sammenhæng mellem disse og de tidligere kun halvt forståede underordnede begreber.

Man kan indvende mod Ausubels argumentation for denne tidlige introduktion af et overordnet ankerbegreb, at forståelse af et begreb iflg. vor tidligere diskussion heraf (afsnit 5.4) netop betyder, at man kender mange af begrebets anvendelser, at man har opbygget et meningsreservoir. Hvorledes kan eleverne bringes til at forstå et overordnet begreb, før anvendelserne er lært? Paulsen beskriver, hvordan energi er blevet anvendt som ankerbegreb i 1.g på en måde, så at man bevidst har undgået et højt abstraktionsniveau, men har indført energibegrebet ved hjælp af mange konkrete eksempler, og derved også har opbygget et vist meningsreservoir allerede i introduktionsfasen.

En anden fremgangsmåde, som delvist både tager hensyn til fordelene ved en tidlig introduktion af overordnede begreber og behovet for at etablere et meningsreservoir, før de overordnede begreber anvendes, er beskrevet af en fysiklærer på en amerikansk high-school (Farmer 1985). Han kalder det for overview-case-metoden. Ved denne metode indledes et fysikkursus med en periode af nogle få ugers varighed, i hvilken der gives en oversigt over al den fysik, der skal læres i kurset. Undervisningsmaterialet er her en kvalitativ tekst. Derefter introduceres i løbet af et par uger alle de væsentlige begreber og relationer. De overordnede begreber introduceres således på et

tidligt tidspunkt, men dog først efter at eleverne har fået et overblik over hvilke emneområder, de skal beskæftige sig med, og dermed større mulighed for en meningsfuld indlæring af begreberne. Resten af undervisningstiden er baseret på case-studies, hvor de får uddybet og lærer at anvende de begreber, som de fik et hurtigt overblik over i første omgang. Ved denne undervisningsmetode opnås, at når den egentlige indlæring af begreberne finder sted ved hjælp af case-study-metoden, så har eleverne en fornemmelse af en samlet begrebsmæssig struktur, hvori det enkelte begreb kan placeres. Men samtidig kan den første kvalitative oversigt over fænomenerne give eleverne en motivation til at lære detail-begreberne, når de på forhånd kan se deres placering i det store mønster. Netop hele spørgsmålet om elevernes motivation for at lære, som berører det affektive aspekt af pædagogikken, behandles stort set ikke af Ausubel, selv om han skriver, at motivation er en nødvendig forudsætning for en meningsfuld indlæring.

For nylig er der lavet en undersøgelse med det formål at afprøve Ausubels teori om, at elevers indlæring i større grad bliver meningsfuld, hvis det skrevne undervisningsmateriale eksplicit fokusserer på en strukturering af de begreber, der skal læres (Sherris & Kahle 1984). Den undervisning, der var genstand for undersøgelsen, var i faget biologi, men resultaterne af undersøgelsen vil formentlig uden videre kunne overføres på faget fysik.

Eleverne i undersøgelsen var mellem 15 og 18 år. De blev opdelt i to grupper, som begge fik det samme undervisningsmateriale. Men den ene gruppe blev derudover eksplicit undervist i, hvilke begreber og regler der var væsentlige, og de lærte metoder, hvorved de kunne strukturere de nye begreber. De lærte f.eks. at udarbejde "begrebskort", som er et papir, hvorpå et emnes begreber er opstillet i en hierarkisk struktur.

I dette projekt undersøgte man, i hvor høj grad de enkelte elever kunne karakteriseres som værende styret af ydre kontrol

("external locus of control") eller af indre kontrol ("internal locus of control").

Mennesker, som føler sig styret af ydre kontrol, føler, at succes med et stykke arbejde afhænger af ydre faktorer som f.eks. skæbnen, held eller indflydelsesrige personer. Mennesker, som føler sig styret af indre kontrol, føler derimod, at succes først og fremmest afhænger af deres egen indsats.

Undersøgelsen viste, at begrebsstruktureringen ikke havde nogen positiv effekt på indlæringen hos de elever, som følte sig styret af indre kontrol. Disse elever opbygger på egen hånd udbytterige indlæringsmetoder, d.v.s. at disse elever af sig selv sørger for, at nye begreber bliver indarbejdet i deres kognitive struktur.

Den gruppe elever, som begrebsstruktureringen havde haft en positiv effekt på, var karakteriseret ved i større udstrækning end de andre elever at føle sig styret af ydre kontrol, og blandt dem havde især pigerne haft glæde af strukturering en. At elever, som føler sig styret af ydre kontrol, lærer mere, når undervisningsmaterialet forsynes med instruktioner om, hvorledes det nye stof kan integreres i en begrebsmæssig struktur, tolkes i artiklen som en konsekvens af, at disse elever er opmærksomme på og mest trygge ved at følge udefra kommende instrukser. At denne effekt var mere tydelig hos pigerne end hos drengene, forklares af artiklens forfattere som en mulig konsekvens af pigers og drenges forskellige socialisation. Piger kan være mere tilbøjelige til at følge anvisninger end drenge, som oftere sætter deres lid til, at de har heldet med sig.

Figur 5.2 (se næste side) viser et eksempel på, hvorledes nogle aspekter af energibegrebet kan struktureres på et begrebsark (arket er udviklet i samarbejde med Ejnar Poulsen, Nørre G.). Man kan udlevere sådanne begrebsark til eleverne, eller man kan lade eleverne selv udarbejde sådanne ark.

Figur 5.2. ENERGI-ANALYSE

Definitioner:

Arbejde: $dA = \vec{F} \cdot d\vec{r}$ $\quad A(P \to Q) = \int_P^Q \vec{F} \cdot d\vec{r}$

Kinetisk energi $\quad E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

Potentiel energi
For en konservativ kraft $\vec{F}_k$:

$$\Delta E_{pot} = E_{pot}(Q) - E_{pot}(P)$$

$$\Delta E_{pot} = -A_k(P \to Q)$$

$$\Delta E_{pot} = \int_Q^P \vec{F}_k \cdot d\vec{r}$$

Een-dimensionalt tilfælde: $F_k = -\frac{dE_{pot}}{dx}$

Mekanisk energi $\quad E_{mek} = E_{kin} + E_{pot}$

Lovmæssigheder:

Arbejdssætningen (formulering 1) (A_k er konservative kræfters arbejde) (A_{ik} er ikke-konservative kræfters arbejde)	$A_{res} = \Delta E_{kin}$ $\quad (A_{res} = A_k + A_{ik})$
Arbejdssætningen (formulering 2)	$A_{ik} = \Delta E_{mek} = \Delta E_{kin} + \Delta E_{pot}$
Bevarelse af mekanisk energi, når $A_{ik} = 0$	$\Delta E_{mek} = \Delta E_{kin} + \Delta E_{pot} = 0$

Figur 5.2 (forts.)

Specielle potentielle energier

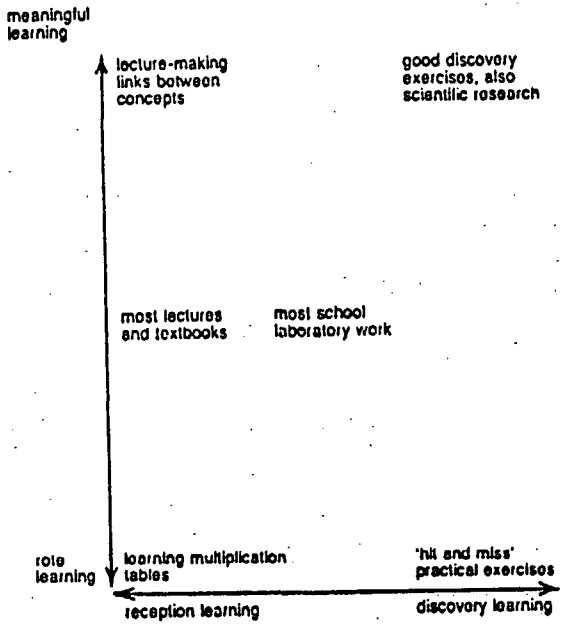
Gravitationsfelt	$E_{pot} = -G\frac{m \cdot M}{r}$ (nulpunkt i $r = \infty$)
Coulombfelt	$E_{pot} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{Q_1 \cdot Q_2}{r}$ (nulpunkt i $r = \infty$)
Jordens tyngdefelt	$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$
Elastisk felt	$E_{pot} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$
Elektrisk felt	$E_{pot} = q \cdot V$ (V er potentialet)
	$\Delta E_{pot} = E_{pot}(Q) - E_{pot}(P)$
	$\Delta E_{pot} = -q\ U$ (U er spændingsfaldet fra P til Q)

5.7 RECEPTIV INDLÆRING ELLER OPDAGENDE INDLÆRING.

I slutningen af 60erne og i 70erne blev der advokeret stærkt for en undervisning, der byggede på "opdagende indlæring" (discovery learning). Bruners artikler om selvopdaget viden dannede grundlag for mange af de modeller, der blev fremsat for denne type indlæring (Bruner 1962).

I de senere år er der fremkommet en mere nuanceret, kritisk holdning til "opdagende indlæring". Et af kritikpunkterne er, at det ikke er muligt for en elev at genopdage hele vor kulturelle arv i løbet af skoletiden. Et andet er, at denne indlæringsmetode ikke altid vil resultere i en meningsfuld indlæring (Novak 1978). Novak foreslår, at man skelner mellem to forskellige indlæringsdimensioner. Den ene dimension er et kontinuum, der går fra receptiv indlæring til opdagende indlæring. Ausubels metode tilhører den receptive del af dette kontinuum. Den anden dimension er et kontinuum, der går fra udenadslæren til meningsfuld indlæring. Figur 5.3, udarbejdet af Head (Head 1982) på basis af en figur af Novak (Novak 1978), illustrerer, hvorledes meningsfuld indlæring kan være et resultat af både receptive og opdagende undervisningsmetoder. Ligeledes viser den, at opdagende indlæring ikke altid vil resultere i meningsfuld indlæring. Novaks budskab med denne figur er nok, at ingen undervisningsmetode er den eneste rigtige, men at valg af metode bør afhænge af den type indlæring, der stiles efter i de enkelte situationer.

En gennemgang af de erfaringer, der er rapporteret om udbyttet af henholdsvis receptiv og opdagende indlæring tyder på, at de to undervisningsformer tilgodeser forskellige elevgrupper (Ormerod & Duckworth 1975). De elever, som får størst udbytte af den opdagende indlæring, er elever med høj socioøkonomisk status, elever med en udadvendt natur og velbegavede elever. Andre elever får et større udbytte af mere receptivt prægede undervisningsformer.



figur 5.3 Forskellige "undervisningsmetoder" karakteriseret i forhold til to dimensioner: 1) indlæringsprocessens indhold af (gen-)opdagelse og 2) indlæringsresultatets grad af meningsfuldhed (i Ausubels forstand). (Fra Head 1982)

Elevens køn synes iflg. flere undersøgelser også at spille en rolle for udbyttet af opdagende indlæring. Piger synes at være mere afhængige af hjælp fra læreren i disse undervisningssituationer. I denne sammenhæng er det værd at bemærke Sherris og Kahles konklusion (Sherris & Kahle 1984), at især en del af pigerne havde udbytte af en eksplicit undervisning i, hvorledes man strukturerer et stof begrebsmæssigt. Denne evne til at kunne strukturere et stof selv må være en nødvendig forudsætning for at kunne få udbytte af opdagende indlæring.

KAPITEL 6.

Elevernes motivation og fysikundervisningens emner.

I første del af rapporten har vi taget udgangspunkt i elevernes vanskeligheder ved at honorere fysikundervisningens kognitive krav. Men elevernes oplevelse og udbytte af undervisningen er naturligvis ikke uafhængig af det konkrete indhold eller den sammenhæng, emnerne præsenteres i. Derfor vil vi i dette kapitel fokussere på indholdets betydning for elevernes motivation og indlæring.

6.1. PÅ VEJ MOD ET PIGEVENLIGT FYSIKPENSUM ?

Nogle af gymnasiets fysikemner bygger i særlig grad videre på elevernes erfaringer fra folkeskolen eller fra aktiviteter uden for skolen. (Det gælder f.eks. i større udstrækning for elektricitetslære end for varmelære.) Men piger og drenge har forskellig erfaringsbaggrund, og fysikundervisningen har traditionelt haft mere relation til drengenes end til pigernes erfaringsbaggrund.

H. Sørensen (1985) har undersøgt forhåndserfaringer og interesser i relation til fysik/kemi hos danske elever i 7. klasse. Hun finder i overensstemmelse med udenlandske undersøgelser, at piger til en vis grad har andre meninger end drenge om, hvilke emner der er spændende, hvilke der er vigtige for senere job og hvilke emner, de gerne vil lære mere om. Nogle af

disse er optrykt i bilag B (Se også Bryhni & Lie 1983; Lie & Sjøberg 1984).

Elevernes interesser er ikke alene afgørende for deres øjeblikkelige arbejdsglæde. Motivationen og dermed viljen til indlæring er samtidig en afgørende faktor for, at der sker meningsfuld indlæring og opnås en egentlig forståelse (jvf. kapitlerne 4 og 5). Det har da også vist sig, at pigers og drenges præstationer i tests ikke alene afhænger af opgavernes kognitive krav, men også af i hvilken grad den benyttede kontekst er i overensstemmelse med henholdsvis pigers og drenges erfaringsverden (Ehindero 1982).

Piger synes i højere grad end drenge at være interesserede i emner, der sættes i relation til den menneskelige krop, til menneskers levevilkår og miljøspørgsmål i almindelighed. Også fænomener, der har æstetiske kvaliteter (f.eks. regnbuen, krystaller), har deres interesse. Drenge derimod er i højere grad end piger tiltrukket af tekniske emner og af menneskets beherskelse af naturen.

På baggrund af disse resultater er der gjort forsøg på at karakterisere et mere "pigevenligt" fysikpensum (Smail 1983 og 1984; Lie & Sjøberg 1984; Sørensen 1986). Vi har ladet os inspirere af tendensen i disse forslag, men efter vores mening kan de refererede undersøgelsesresultater ikke uden videre omsættes til et bedre og mere pigevenligt pensumforslag for gymnasiets fysikundervisning. Når eleverne bliver bedt om at angive deres præferencer på en forelagt emneliste, er deres svar naturligvis afhængigt af deres umiddelbare associationer og forestillinger om emnerne. Svarene er derfor ikke nødvendigvis udtryk for den faktiske interesse for et undervisningsforløb, som også vil behandle emnet lidt dybere end en fænomenologisk beskrivelse. Der er derfor nu behov for afprøvning af konkrete undervisningsforløb.

Nedenfor skal vi nærmere redegøre for vore egne erfaringer med undervisningsforløb tilrettelagt omkring temaer, der i forskellig grad forventes at være pige- eller drengevenlige. Vi

er her i overensstemmelse med aktuelle bestræbelser ikke alene i Danmark, men i en række vestlige lande, for at styrke fysikundervisningens forbindelse til anvendelsesaspekter. Målet er - også for os - en forbedret fysikundervisning for både piger og drenge. Som baggrund for den følgende analyse og diskussion vil vi kort skitsere den historiske baggrund for den herskende undervisningstradition i fysik.

6.2. DEN HISTORISKE BAGGRUND.

Den vestlige verden arbejdede med stigende intensitet fra slutningen af 1940erne til omkring 1970, hvor den økonomiske afmatning satte ind, på en højnelse af uddannelsesniveauet især på det teknisk-naturvidenskabelige område, og Sovjetunionens opsendelse i 1957 af Sputnik, den første kunstige satellit der kredsede omkring Jorden, bidrog til at overbevise en bredere offentlighed om nødvendigheden af at satse på de naturvidenskabelige uddannelser. Som et resultat heraf gik fysikere fra de mest ansete amerikanske universiteter ind i udviklingen af fysikundervisningen i skolen. Deres arbejde blev støttet med store beløb fra forskningsrådene i USA. Resultatet af dette arbejde blev bl.a. udviklingen af nye laboratorieeksperimenter og lærebogssystemer og en stærk satsning på efteruddannelse af lærere.

De fysikere, der gik ind i dette reformarbejde, følte, at der i den daværende fysikundervisning blev lagt for megen vægt på huskestof og på anvendelser af fysik. Deres mål var i stedet at uddanne eleverne til selv at undersøge fænomenerne. Samtidig skulle der lægges vægt på de grundlæggende naturvidenskabelige teorier og abstrakte begreber - det generelle, som kan anvendes i mange sammenhænge, og som ikke bliver forældet. Denne nye, mere "videnskabscentrerede" undervisning har efterhånden sat sit præg på fysikundervisningen i de fleste vestlige lande, således også i Danmark. Undervisningen i gymnasiet er, som det også fremgår af bekendtgørelsen, centreret omkring indlæring af et antal videnskabelige begreber og lovmæssighe-

der. Herudover skal der inddrages anvendelseseksempler i den udstrækning, der er tid til det, i en iøvrigt tidsmæssigt presset undervisningsplan. Man kan sige, at det er begrebsrelationerne eller teorien, der strukturerer undervisningsstoffet, medens de illustrerende anvendelseseksempler optræder mere tilfældigt.

Konsekvenserne af denne vægt på abstrakte begreber og lovmæssigheder har været, at eleverne ofte har vanskeligt ved at se relevansen for dem selv af det, de lærer i fysiktimerne. Desuden er de kognitive krav til eleverne meget store i denne form for undervisning, hvilket tidligere er beskrevet i kapitel 3. Det kan derfor ikke undre, at en del elever beskriver fysikundervisningen med ord som kedelig, tør, kold og uvedkommende. En lignende kritik blev i Amerika formuleret således i 1961:

> "Ud fra den fagbekendtgørelse, som børnene undervises ud fra i dag .... ville det være vanskeligt at se, at dette er et fag med stor kulturel indflydelse og af vital betydning i den moderne verden ..... det er som om et fremmed sprog skulle undervises ved at begrænse kurset .... til udelukkende et studium af grammatiske regler uden nogen sinde at give børnene indblik i sprogets litteratur eller tillade dem at møde mennesker, som talte sproget."
>
> (Pallrand & Lindenfeld 1985)

I disse år arbejdes der både i Danmark og andre lande på i højere grad at organisere fysikundervisningen omkring temaer, d.v.s. at lade undervisningen tage udgangspunkt i og være organiseret omkring naturfænomener eller anvendelsesområder. Her bliver det således anvendelsesfeltet/fænomenområdet, der bliver det strukturerende element, medens de fysiske love og begreber inddrages hvor det er relevant.

I den nye bekendtgørelse og undervisningsvejledning for fysik, der træder i kraft 1988, lægges der op til en vekselvirkning mellem undervisningsforløb organiseret omkring temaer, og

forløb der er struktureret af de enkelte teoriområder (discipliner). Det fremgår klart af meddelelser fra Undervisningsministeriet, at der er store forventninger til, at disse reformer af fysikundervisningen skal løse fagets øjeblikkelige motivationskrise (se figur 6.1).

Fysik - også for pigerne

En rapport om fysikundervisning i gymnasiet foreslår, at fagets rolle i samfundsudviklingen gøres tydeligere

Fysikundervisningen i gymnasiet skal ændres, så flere - især pigerne - får interesse for faget. Blandt andet skal forbindelserne til naturfænomener og teknik gøres tydeligere, og fysikkens betydning som en af drivkræfterne bag den kulturelle, tekniske samfundsmæssige udvikling skal understreges.

Det foreslår udvalget vedrørende fysik i gymnasiet i en rapport, der belyser fysikundervisningens formål, uddannelse og problemer.

Udvalgets udgangspunkt har været, at fysik er et studieforberedende nøgle-fag, fordi det på mindst mellemniveau forudsættes som grundlag for hovedparten af de *teknisk-naturvidenskabelige* videregående uddannelser.

Fagets betydning forstærkes af de politiske initiativer, der er i gang for at øge tilgangen til ingeniør- og teknikeruddannelser.

Udvalget konstaterer, at der i linie- og grenmønsteret i gymnasiet og de efterfølgende valg af videregående uddannelser er meget store kønsforskelle. I hver valgsituation er den brøkdel af piger, som tilvælger fysik, kun halvt så stor som den tilsvarende brøkdel af drengene.

Der er i udvalgets arbejde ikke fundet nogen enydig forklaring på, at piger ikke vælger fysik. Man har lyst til andre undersøgelser, der viser, at piger ofte vælger fag, der vedrører dem selv og har sammenhæng med dem selv. Hvilket ikke har været gunstigt for et *indtil nu* så abstrakt fag som fysik.

Udvalget understreger derfor vigtigheden af, at faget udvikles, så det giver en direkte motivation. Undervisningsindhold må vælges, så det i højere grad imødekommer pigernes interesser, og der skal lægges vægt på at anskue det, der arbejdes med i fysikundervisningen, i en bredere sammenhæng.

De ændringer, der foreslås i udvalgets rapport, er både af indholdsmæssig og af metodisk art:

Man foreslår indført tematisk tilrettelagte undervisningselementer, som veksler med systematiske blokke. Undervisningen i 1.g skal overvejende være *tematisk tilrettelagt*, mens systematiske *forløb* skal have stor plads på højt niveau.

Der skal indføres fem emneområder, som sammen med et kernestof beskriver indholdet:

- den nære omverden
- det sammenhængende verdensbillede
- naturvidenskab og idehistorie
- teknik
- teknologi og samfund

Gennem emneområderne lægges der vægt på at belyse fysikkens anvendelsesområder og fysikkens kulturelle samfundsmæssige rolle.

Det eksperimentelle arbejde skal lægges om, så der bliver lagt større vægt på selvstændighed og længerevarende opgaver.

»Skal omstillingen af fysikundervisningen have udsigt til at lykkes, er det bydende nødvendigt at fremskaffe nyt og spændende materiale til undervisningen. Opgaverne har så stort et omfang, at det er nødvendigt med en koordineret og professionel indsats i udviklingsarbejdet. Det bør ikke længere foregå spredt og tilfældigt og alene være afhængigt af enkeltpersoners ekstraordinære indsats«, skriver udvalget.

Opgaven kalder derimod på et samarbejde mellem på den ene side gymnasieskolerne og på den anden side de store grupper af læreanstalter og institutioner, *private og halvoffentlige* erhvervsvirksomheder, foreninger o.lign., som alle har en naturlig interesse i at sikre de nødvendige rekrutteringsmuligheder. Der skal i det hele taget udvikles en høj grad af *naturvidenskabelig* oplysthed, mener udvalget. □

Figur 6.1. Artikel fra Undervisningsministeriets Nyhedsbrev, 16. marts 1987.

6.3. FORBINDELSEN TIL ELEVERNES PERSONLIGE ERFARINGER.

Denne nye orientering af undervisningen har visse lighedspunkter med den pædagogiske retning, som går under navnet "erfaringspædagogik", og som har præget megen undervisning siden begyndelsen af 70erne (Bencke et al. 1981). Her i landet er det især lærere i samfundsfag og dansk, der har anvendt erfaringspædagogik. Eleverne har i disse fag en bred vifte af erfaringer fra deres liv uden for skolen, og et væsentligt mål med undervisningen er at lære eleverne at bearbejde deres erfaringer på en sådan måde, at de bliver i stand til at handle hensigtsmæssigt i samfundet.

Elevernes erfaringer kan ganske vist ofte bruges i fysikundervisningen. Men det er et problem, at drengene ofte har flere erfaringer end pigerne med relation til fysik, og at der er forskel på hvilke erfaringer, de to køn bedømmer som relevante. Desuden ønsker man også i fysikundervisningen at lade eleverne stifte bekendtskab med mange fænomener, som de ikke har noget forhåndskendskab til. Endelig er fysik kendetegnet ved en væsentlig større sammenhængende teoribygning end noget andet skolefag, bortset fra matematik som ikke har tilknytning til erfaringer. Derfor må en stor del af fysikundervisningen bruges til undervisning i abstrakte begreber og lovmæssigheder, og som følge heraf vil der ikke så ofte som i mange andre fag kunne opretholdes en tæt tilknytning til elevernes erfaringer. Men en temaorganisering af undervisningen vil være et skridt i retning af dels at relatere undervisningen til de erfaringer, eleverne allerede har, og dels at åbne elevernes øjne for fænomener og sammenhænge i deres omverden, som de ikke før var opmærksomme på for dermed at gøre deres omverdensopfattelse mere righoldig og nuanceret. Glæden ved at få "åbnet øjne" illustreres af nedenstående citat fra en pige i 1.g:

> "...der er mange ting, man ligesom tænker lidt mere over, altså man er vant til, at der bare kommer lys,

> nu har vi fået at vide, hvordan i alverden det lys kommer, det synes jeg er meget spændende ... vi ved en hel masse, noget vi ikke tænkte over før, der bare var normalt, altså det var der bare, nu tænker vi over hvorfor og hvordan, det kan jeg godt lide."

Samme pige udtaler om den mere disciplinorienterede undervisning i varmelære:

> "varmekapaciteten, det er et begreb, det er ikke noget, jeg kan tage og sige - hov"

Det er imidlertid ikke alle hverdagsfænomener, som eleverne ønsker at beskæftige sig med. F.eks. er interessen for at lære om hverdagens tekniske hjælpemidler ikke altid stor, især ikke blandt pigerne. Det viser den her gengivne tabel (figur 6.2), som viser et af resultaterne fra GymnasieFysik projektet fra Aarhus Universitet (Nielsen & Thomsen 1983a). (Se næste side.)

En pige fra 1.g udtrykker det således:

> "det kan jo være med til at åbne ens øjne, hvordan de forskellige ting virker, men da har jeg haft den holdning, at det er bare noget, der virker, og virker det ikke, så ringer man bare til en eller anden, som man får til at lave det, altså det er bare noget, der virker, det er noget, der er der, det er ikke noget man tænker videre over."

Den interesse, eleverne udviser for forskellige fænomener, er ikke blot afhængig af fænomenernes topografiske nærhed, men også af hvilke følelser fænomenerne vækker hos den enkelte elev. T. Ziehe og H. Stubenrauch bruger begrebet "involveringspædagogik", og skriver bl.a. herom (Ziehe & Stubenrauch 1983):

> "Og alligevel findes der en længsel efter involvering, den følende, søgende og tvivlende aktivitet for at spørge de tingslige omgivelser og livsverdenen om, hvorvidt eller hvad de har at "gøre" med en selv. Man kunne næsten sige, at verdenen dikoto-

	Matematikere		Sproglige	
	♀	♂	♀	♂
Radioaktivitet	1,8	1,7	1,4	1,6
Atomer og molekyler	1,7	1,6	1,1	1,1
Atomkraftværk	1,6	1,5	1,4	1,4
Universets tilblivelse	1,5	1,4	1,5	1,3
Datamaskiner	1,3	1,5	1,0	1,4
Stjerner og planeter	1,4	1,3	1,5	1,3
Raketter og rumfart	1,2	1,5	1,1	1,3
Sol- og vindenergi	1,5	1,2	1,2	1,2
Vigtige opfindelser	1,2	1,4	1,1	1,0
Hvad er lys	1,3	1,3	0,9	0,6
Energibevarelse	1,3	1,3	1,0	1,0
Lyn og torden	1,4	1,1	1,3	0,9
Lyd	1,1	1,2	0,8	0,8
Elektrisk strøm og spænding	1,1	1,2	0,5	0,5
Bølgebevægelse	1,1	1,2	0,6	0,7
Regnbuen	1,4	0,9	1,4	0,7
Elektronik	0,9	1,2	0,5	0,8
Newtons love	1,0	0,9	0,5	0,5
Magneter	1,0	0,9	0,6	0,5
Ohms lov	0,9	0,9	0,4	0,3
Fotoapparat og kikkerter	0,8	1,0	0,7	1,0
Fart og acceleration	0,8	1,0	0,5	0,6
Radio og fjernsyn	0,7	1,0	0,8	1,0
Berømte fysikere	0,9	0,8	0,7	0,7
Bilmotors funktion	0,6	0,9	0,5	1,0
Telefonen	0,7	0,7	0,6	0,6
Kulkraftværk	0,8	0,7	0,5	0,4
Køleskabs funktion	0,4	0,4	0,4	0,2

2: Det vil jeg <u>meget gerne</u> høre mere om.

1: Det vil jeg <u>godt</u> høre mere om.

0: Det er jeg <u>ikke interesseret i</u> at høre mere om.

<u>Figur 6.2.</u> Gymnasieelevers svar (i begyndelsen af 1.g) på spørgsmålet: "Hvad kunne du tænke dig at lære mere om indenfor fysik?". Fra GF-projektet, rapport nr. 2. (Nielsen & Thomsen 1983a)

misk falder fra hinanden i to aspekter, et aspekt, som "Har noget at gøre" med mig, og et aspekt, som "ikke har noget at gøre med mig". Blot er det vanskelige, at denne dikotomiske opmærksomhed på ingen måde vil kunne fordeles rent efter områder, der lægger sig i koncentriske cirkler om individet. Som for eksempel den måde, hvorpå vore tidligere skolebøger i samfundsfag opførte et rumligt hierarki, der som skema for "verden" strakte sig fra "jeg" over familie, landsby, by, region, nation til FN(!). Involvering er ikke noget spørgsmål om topografisk-bogstavelig nærhed eller afstand til subjektet!"

(p.141)

Forfatterne mener, at den genstand, man beskæftiger sig med i undervisningen, vil eleverne "prøvebesætte" med følelser og associationer:

"Prøvebesætningen er den endeløst påbudte søgebevægelse: "Hvad rager mig" i en verden, som bestandigt "vil mig noget" ?" (p.143)

Forskellige elever kan have forskellige følelser overfor det samme emne, og specielt vil pigers og drenges forhold til det samme emne ofte være forskelligt, hvad vi skal komme nærmere ind på under beskrivelsen af vore erfaringer med temaundervisning. Inden vi går over til denne beskrivelse, skal der gøres opmærksom på den fare, der kan ligge i udelukkende at søge emner, som kan involvere elevernes følelser (Ziehe & Stubenrauch, ibid.):

"Det er ikke fordi vi har den køligt afvejende, affektneutrale-disciplinerede type á la intellektuel "købmand" som hemmeligt ideal, bevar os vel! Det som generer os er, at en tvang til involvering i psykodynamisk og kognitiv hensigt kan blive til "dårlig" konservatisme. Ikke i ordets indholdsmæssig-politiske betydning, men i strukturel betydning: som afhængighed af det evigt-samme og blokering mod nyt

og fremmed. Afhængigheden af resonante temaer og genstande ytrer sig så som det umulige i at beskæftige sig engageret og koncentreret med en sag, hvor man - for at blive i jargonen - ikke kan "finde sig selv". Sulten efter identifikation bliver til stivhed. Den pågældende frarøver sig mulighederne for ikke blot at finde "igen", men også finde frem til noget, altså opdage nye områder og opfinde hidtil ukendte dimensioner i sit selvbillede og selvuafhængige objektområder!" (p.151)

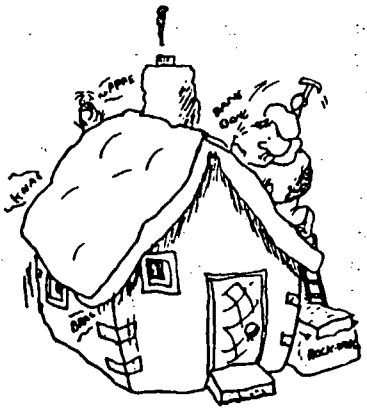
Den udvikling, der går i retning af at organisere fysikundervisningen omkring temaer, er i væsentlig grad begrundet i et ønske om at tage udgangspunkt i nogle områder, som umiddelbart kan involvere eleverne. Denne udvikling må selvfølgelig ikke gå så vidt, at det kun bliver tilladt at tage emner op, som eleverne på forhånd føler sig involveret i, jvf. ovenstående advarsel fra Ziehe og Stubenrauch. Men fysikundervisningen bliver nødt til at involvere det store flertal af elever i større udstrækning end det sker idag. Derfor må tema-organiserede undervisningsforløb bidrage til at føre eleverne fra det umiddelbart engagerende videre til nye områder og synsvinkler.

6.4. TRE TEMAER AFPRØVET I 1.G-FYSIKUNDERVISNING

Vi har, sammen med andre lærere fra Frederiksborg Statsskole og Nørre G., afprøvet tre undervisningsforløb organiseret omkring temaer i 1.g. Titlerne på de tre temaer var henholdsvis "Varmetab, isolering og k-værdi", "Jordens energibalance og klima" og "Lys". (Foruden os selv var de deltagende lærere: Claus Christensen, Nørre G. og Lasse Storr-Hansen, Frederiksborg Gymnasium.)

"Varmetab, isolering og k-værdi" (senere refereret til som "Isolering") fulgte efter det traditionelle begrebscentrerede 1.g-emne "Varmelære". Emnet blev valgt p.g.a. dets miljømæssige og samfundsmæssige relevans, og fordi det gav mulighed

for at lade eleverne lave forsøg med almindeligt anvendte isoleringsmaterialer, altså dagligdags teknik. Eleverne fik udleveret noter, som først bestod af en kort gennemgang af, hvorledes man kan beregne varmetabet gennem en flade af et kendt materiale. De lærte de nye begreber varmeledningsevne og

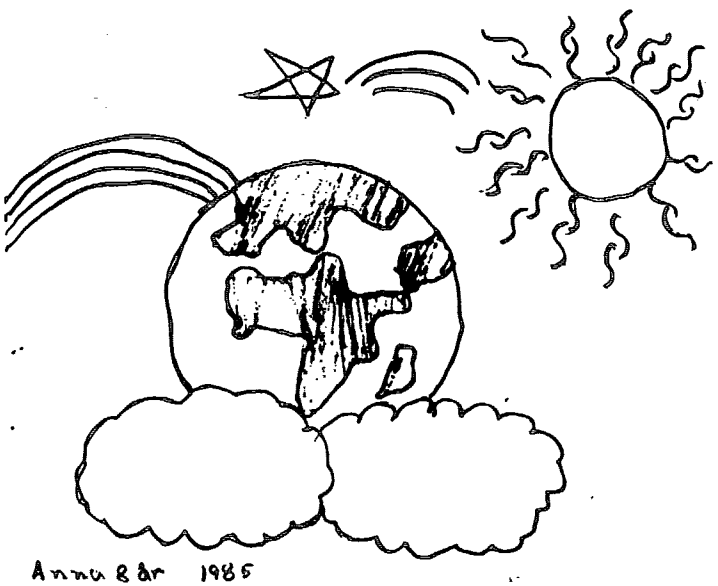


Lavenergihus. Hulmur 35 cm, med Rockwool hulrumsfyld 130 mm. Vinduerne er gasfyldte termoruder.

Parcelhus. Hulmur 35 cm. Et-lags vinduer.

k-værdi. Resten af noterne bestod af opgaver, som dels var simple regneopgaver som skulle indøve brugen af de nye begreber, dels opgaver hvor varmetabet fra forskelligt isolerede huse skulle beregnes, og endelig opgaver hvor regningerne tog udgangspunkt i annoncer for isoleringsarbejder. Desuden var der et eksperimentelt forløb, hvor eleverne skulle bygge en kasse af isoleringsmateriale og måle materialets varmeledningsevne.

Arbejdsformen var næsten udelukkende gruppearbejde, og produktet var en skriftlig rapport. Undervisningsperioden var på ca. 7 lektioner.



Umiddelbart efter temaet om isolering fulgte "Jordens energibalance og klima" (senere refereret til som "Klima"). I dette tema blev de begreber, der var lært i "Varmelære" og i "Isolering" anvendt til at forklare klimafænomener. Desuden blev begrebet "elektromagnetisk stråling" og "bølgelængde" kort behandlet for at kunne beskrive jordens energibalance og atmosfærens betydning herfor. Ligeledes blev jordens bevægelse i solsystemet beskrevet. Emnet kom således ind på både nære naturfænomener (f.eks. kystklima/fastlandsklima), fjernere

naturfænomener som jordens bevægelse i solsystemet samt miljøproblemer (f.eks. CO_2 og ozon-problemerne). Det var således fænomener og problemer, som vi mente ville involvere eleverne umiddelbart, samtidig med at emnet skulle kunne give væsentlig ny indsigt i betingelserne for liv på en planet i solsystemet. De enkelte afsnit havde følgende navne: Stråling, Atmosfæren og jordens energibalance, Energiforholdenes afhængighed af geografisk breddegrad, Klimaforskelle mellem områder på samme breddegrad, Vandets kredsløb. Noterne indeholdt mange opgaver, både regneopgaver og opgaver hvor man ved hjælp af de indlærte fysiske begreber skulle forklare nogle fænomener. En regneopgave kunne f.eks. bestå i at beregne, hvor lang tid det tager for isen på en sø at smelte om foråret. Opgaver, hvor man skulle forklare fænomener, kunne f.eks. være spørgsmål om en nærmere beskrivelse af ozonproblemet, en forklaring af fænomenet mosekonebryg eller en forklaring på hvorfor temperaturen på en skyfri sommerdag er højere over en landflade end over en nærtbeliggende fjord.

Arbejdsformen var gruppearbejde og elevforedrag i relation til nogle af opgaverne. Desuden blev der vist film. En engelsksproget film blev vist i samarbejde med engelsklæreren, og diskussionen bagefter foregik på engelsk. Grupperne skrev rapporter, som dels indeholdt løsning af nogle opgaver, dels referater af nogle foredrag. Arbejdet varede ca. 10 lektioner.

Det tredje tema "Lys" blev afprøvet på en hel årgang 1.gm elever (5 klasser) på Nørre G. Disse elever var ikke de samme som deltog i vort projekt. Dette emne var det første emne, eleverne mødte i fysikundervisningen i gymnasiet. Det havde en noget anden karakter end de foregående, idet det strakte sig over ca. 40 lektioner. Formålet med at starte fysikundervisningen med dette emne var at arbejde med naturfænomener, som eleverne delvist kendte, at arbejde med fænomener, som indeholdt nogle æstetiske oplevelser, at arbejde med nogle tekniske anvendelser og endelig at give eleverne indblik i et stykke videnskabshistorie. Formålet med det sidste var bl.a. at vise eleverne, at fysiske teorier er resultatet af et stort eksperimentelt og teoretisk arbejde, og at der ofte har været

voldsomme diskussioner mellem folk af forskellig opfattelse, inden man er nået til enighed om en bestemt teori. De enkelte afsnit havde følgende navne: Undersøgelse af lys ved gittermetoden, Bølger (bølgelængde, diffraktion og interferens), Dobbeltspalteeksperimentet, Beregning af lysets bølgelængde ved gitterformlen, Lysets spektrum, Spektre - atomernes fingeraftryk, Spektralanalyse og stjernernes sammensætning, Jævn bevægelse (hastighedsbegrebet), Bølgeudbredelse (f=v), Det elektromagnetiske spektrum, Den historiske bølge-partikeldiskussion, Den fotoelektriske effekt.

Arbejdsformen var en blanding af klasseundervisning, opgaveregning, eksperimentelt arbejde med rapportskrivning samt gruppearbejde, som resulterede i elevforedrag og rapporter over foredragene. Gruppearbejdet skulle munde ud i beskrivelser af dele af det elektromagnetiske spektrum. Hver gruppe skulle ud fra forskelligt udleveret materiale og biblioteksøgning finde materiale om en bestemt del af spektret. En gruppe arbejdede f.eks. med radiobølger og en anden gruppe med røntgenstråler. Ud fra studier af materialet skulle hver gruppe besvare nogle spørgsmål om strålingens egenskaber, dens forekomst og dens tekniske anvendelser.

6.5. PIGE- OG DRENGEINTERESSER I FYSIKTEMAERNE.

Blandt de elever, som på undersøgelsestidspunktet havde modtaget både den almindelige disciplinorienterede undervisning og den temaorienterede undervisning, var der flest af begge køn, som foretrak den sidste. Det er vor opfattelse, at dette resultat ikke kun er en konsekvens af det større engagement, lærere ofte vil udvise, når de underviser i noget nyt, som de selv har deltaget i udviklingen af.

I "Isolering" var der forskel på, hvilke aspekter af emnet, der blev højst værdsat af de to køn. Mange drenge havde allerede erfaringer med at isolere huset derhjemme, eller de var ved at planlægge isoleringsarbejder sammen med faderen. Ingen

piger havde tilsvarende erfaringer. En enkelt pige påbegyndte isolering af hjemmet sammen med faderen, men hun opgav hurtigt, da arbejdet var ubehageligt. En del piger gav udtryk for, at emnet havde været irrelevant for dem, da de ikke forventede, at de nogensinde ville blive involveret i den type arbejder. Denne holdning var dog mindre fremtrædende i den klasse, hvor der kun var få drenge. I en senere klasse, hvor pigerne også var i overtal, dekorerede pigerne på eget initiativ kasserne af isoleringsmateriale, således at de kom til at ligne små huse. Her var der også en positiv stemning overfor emnet. Man kunne få den tanke, at i pigedominerede klasser føler pigerne det i højere grad tilladeligt at bruge deres egne udtryksformer, og at det i væsentlig grad øger deres motivation.

Nedenstående citater illustrerer de mest typiske forskelle på drenges og pigers reaktioner på isoleringsemnet:

dreng: "Jeg kunne nu også godt lide det med varmeisolering ... vi har tænkt os at isolere vores garage ..." (Citatet efterfølges af adskillige tekniske overvejelser om det konkrete isoleringsarbejde).

pige: "det med isolering, det siger mig ikke ret meget, fordi at - jeg isolerer jo ikke- det er fuldstændig, sådant noget totalt væk for mig ..."

Samme forskel i indstilling til et emne finder man også i ellære, som ligeledes har en vis forbindelse med traditionelt mandlige håndværksmæssige færdigheder:

dreng: "elektricitetslære, det er altid noget, man kan få brug for i hverdagen"

En anden dreng svarede således på spørgsmålet, om det havde været relevant at lære om elektricitet:

"Ja, for jeg kender og bruger dagligt formlerne, men har aldrig tænkt over, hvad de forskellige elementer står for."

pige: "det med strøm, jeg ved ikke, jeg har det med at sige - nå, men du har jo prøvet det før, siger man så, og så står der sådan en stor dreng der, du sætter lige lampen op for mig, ikke .."

Undersøgelser i andre lande viser, at drenge er mere tilbøjelige til at vælge fysikkurser, hvis de mener, at det kan give dem visse praktiske håndværksmæssige færdigheder, mens det ikke virker tiltrækkende på piger (Ormerod 1981).

De piger, som udtrykte en interesse for "Isolering", lagde ofte vægt på vigtigheden af at spare på energi-ressourcerne. Adskillige piger fortalte, hvorledes de havde taget initiativ til at ændre vaner derhjemme, som indebar et unødvendigt stort energiforbrug.

pige: "jeg er også begyndt at tænke over, hvad alting er for noget, nu kunne jeg egentlig godt spare, ovnen behøver ikke at være tændt så mange gange og alt sådan noget, man kan godt proppe noget mere ind."

pige: "jeg har gået og tænkt enormt meget over det efter skole - med k-værdier, nu begynder vi lige at spare lidt her, og skal vi ikke se at få isoleret der."

Pigernes interesse for etiske/humanitære/samfundsmæssige aspekter af faget er også fundet i undersøgelser i andre lande (Whyte 1984). I den engelske undersøgelse (Ormerod 1981) fandt man, at de piger, der finder æstetiske og humanitære aspekter ved fysik, er mere tilbøjelige til at vælge dette fag end andre piger. Derimod var drengenes valg af faget uafhængigt af, hvorvidt de fandt, at disse aspekter var tilstede i faget eller ej.

I temaerne "Klima" og "Lys" var de to køn enige om, hvilket afsnit der var det mest interessante i begge temaer. I "Lys" var det mest interessante emne "Det elektromagnetiske spek-

trum", hvor eleverne i grupper skulle søge oplysninger om en speciel del af spektret. I dette emne fik eleverne lejlighed til at søge oplysninger om både naturfænomener (f.eks. fotosyntese, stråling fra stjernerne), miljøproblemer (f.eks. CO_2 og ozonproblemerne) og tekniske anvendelser (f.eks. radar, infrarød fotografering og røntgenapparatet). Både piger og drenge gav udtryk for, at dette emne havde været relevant for dem, fordi det havde nær relation til verdenen omkring dem. Samtidig gav adskillige udtryk for glæde ved arbejdsformen, hvor de havde lejlighed til at søge populærvidenskabelig litteratur på biblioteket. Derimod blev gruppearbejdsformen opfattet meget forskelligt af piger og drenge. Pigerne var meget glade for denne arbejdsform, mens drengene ikke brød sig om den. I "Klima" blev afsnittet om miljøproblemer (CO_2 og ozonproblemet) bedømt som mest interessant af begge køn.

Selv om piger og drenge således var enige om, hvilket afsnit der var det mest populære i begge temaer, var der væsentlige forskelle i deres bedømmelse af de andre afsnit. Af de andre afsnit i "Klima" foretrak pigerne et afsnit om kystklima/fastlandsklima og tilknyttede fænomener, som f.eks. hvorfor isen smelter så langsomt om foråret, og hvorfor sandet på stranden føles meget varmere end vandet en sommerdag. Dette afsnit, som interesserer pigerne, er således delvist præget af nære sansede oplevelser.

> pige: "... også det med søen, det tog 15 dage at smelte et 20 cm tykt islag, altså det er helt chokerende, det tænkte jeg overhovedet ikke over, man lægger bare mærke til, at isen nede i mosen, den er sørme smeltet, og det var da godt, nu kan ænderne komme i vandet igen, men nu når man tænker over det, at det tager 15 dage bare for sådan et lag, det er virkelig spændende."

Drengene foretrak derimod et mere generelt og teoretisk afsnit om de grundlæggende egenskaber ved elektromagnetisk stråling. I "Lys" var den væsentligste forskel, at drengene fandt det videnskabshistoriske afsnit om lysets bølge/partikel-natur interessant, hvorimod pigerne ikke brød sig om dette afsnit.

De ovenfor beskrevne ligheder og forskelle mellem pigers og drenges interesser tyder på, at de fleste elever uanset køn foretrækker emner, som har en umiddelbar klar sammenhæng med deres liv, hvad enten det er nære naturfænomener fra hverdagen, væsentlige miljøproblemer eller, især for drengene, emner med relation til håndværksmæssige færdigheder. Men i modsætning til de fleste piger er mange drenge også interesserede i de mere generelle og teoretiske emner. Dette er i overensstemmelse med, at pigernes interesser i temaerne var koncentreret om nogle få emner, mens drengenes interesser var spredt over et større felt. I en engelsk undersøgelse har man fundet, at de emner, som pigerne interesserer sig for, også er populære blandt drengene, men at piger interesserer sig for færre emner end drengene (Murphy & Qualter 1986). I en anden engelsk undersøgelse (Ormerod & Duckworth 1975) præsenterede man 13-14-årige elever for 25 emner fra naturvidenskab og spurgte dem, om hvilket af nedenstående 4 aspekter de foretrak at studere emnerne ud fra:

1. Disciplinorienteret undervisning, som leder til de videnskabelige love og begreber.
2. Undersøgelser relateret til miljøproblemer.
3. Historiske, biografiske og samfundsmæssige studier.
4. Industrielle og praktiske anvendelser af naturvidenskab.

Miljøaspektet (2) var det absolut mest populære, mens den disciplinorienterede undervisning (1) var den mindst populære. Imidlertid viste det sig også, at drengene havde den disciplinorienterede undervisning på en andenplads, mens pigerne havde den på sidstepladsen.

6.6. PIGE- OG DRENGEINTERESSER I ANDRE FAG.

I andre fag ser man tilsvarende forskelle i pigers og drenges præferencer for forskellige aspekter af fagene. En gruppe gymnasielærere har udarbejdet en rapport om kønsforskelle i biologiundervisningen i gymnasiet (Birkman et al. 1985). De skriver bl.a.:

> "Både piger og drenge synes enige om, at det er vigtigt at lære noget om både økologi, fysiologi, genetik og mennekets forplantning - men deres mål er øjensynligt forskellige. Pigerne vil gerne vide mere om deres krop og noget, der kan bruges i dagligdagen - d.v.s. viden, som kan relateres til deres personlige erfaringer. Drengene synes umiddelbart mere interesserede i teoretiske overvejelser, eksakt viden og samfundsmæssige aspekter." (p. 62)

De har foretaget en opdeling i "maskuline" og "feminine" aspekter af biologi-undervisningen, som gengives nedenfor.

"feminint"	"maskulint"
praktiske undersøgelser	teoretiske overvejelser
kropsorienteret	samfundsorienteret
beskrivende	analyserende
konkrete erfaringer	abstrakte sammenhænge
personligt anvendeligt	intellektuelt udfordrende
diskuterende	eksakt

(p. 59)

Kønsforskellene er ikke særligt fremtrædende i et fag som dansk, der trækker på mange forskellige ressourcer hos eleverne. Ved nærmere eftersyn er der alligevel karakteristiske forskelle på pigers og drenges engagement også i dette fag. Inger Frimodt Møller (1987) skriver:

"Følgende emnevalg fra en sproglig 2.g klasse under et historie-dansk projekt omkring middelalderen kan tydeligt illustrere, hvad det er, pigerne går efter:

1. gruppe:	kultur med henblik på mad	
2. gruppe:	hverdagen i klosteret	
3. gruppe:	kloge koner - hekse	pigernes
4. gruppe:	kalkmalerier - vægt på kønsroller, hverdag	valg
5. gruppe:	klosterets indretning og funktion	
6. gruppe:	kloster og kirke	drengenes
7. gruppe:	kongemagt - kirkemagt	valg "

Anette Steen Pedersen (1983) har i sit forskningsprojekt observeret danskundervisningen i en gymnasieklasse og hun opsummerer de iagttagne kønsforskelle således: Drengene er bedre end pigerne til "at fortolke udad", til at benytte analysemetoder og til at sætte teksten ind i en større samfundsmæssig sammenhæng. Pigerne er bedre end drengene til "at fortolke indad", til at udnytte personlige erfaringer og følelser.

Litteraturprofessoren Vilhelm Andersen beskrev kønsforskellene således i 1925 (citeret fra Kvindfolk 2, 1986):

> "Og der er meget væsentlige sider af det væsentlige, som de i deres Jomfrustand slet ikke forstaar. De forstaar ikke Oversynet, Sammenhænge, hverken i Skemaets eller i Udviklingens Form, skønt bedst det første, det bliver Kanevas uden Ramme. Bedre forstaar de Indsynet, naar en Enkelthed bliver levende ved intim Analyse og personlig Medfølelse"

6.7. ÅRSAGER TIL KØNSFORSKELLE I INTERESSER.

Årsagerne til de ovenfor beskrevne kønsspecifikke præferencer i fysikundervisningen skal både søges i de direkte påvirkninger fra de eksisterende kønsroller i samfundet og i de mere indirekte påvirkninger, som giver sig udtryk i, at piger og drenge stiller forskellige krav til arbejdsprocesserne under indlæring (se også kapitel 8).

Fysiks maskuline image.

Fysik har et maskulint image hos begge køn. Det er en naturlig konsekvens af, at der altid har været meget få kvinder både blandt fagets forskere, undervisere og praktikere (ingeniører).

> dreng: "det med fysisk gren, det er ligesom det lyder lidt mere af - hvad skal man sige - drenge ..."

Drenge opfatter det at lære fysik som i overensstemmelse med deres kønsidentitet. Drenges hobbies og deres deltagelse i fædrenes vedligeholdelsesarbejder i hjemmet har ofte en teknisk karakter, hvad pigernes sjældent har.

> pige: "Det er sjældent, at piger interesserer sig for elektronik, jeg havde en veninde, der gjorde, men hun var også ret speciel."

> pige: "Hvis en ting ikke virker, så har man en far."

Drengene har således nogle praktiske erfaringer, som kan være motiverende for at deltage i fysikundervisningen, og samtidig har de haft lejlighed til at bearbejde deres erfaringer sprogligt sammen med fædre og kammerater. De er motiveret for at lære mere af denne sprogbrug, også fordi den er nyttig at kende i det sociale samvær med kammeraterne. Pigerne har der-

imod sjældent lignende praktiske erfaringer, og indlæring af en teknisk terminologi tjener intet formål med henblik på deres sociale samvær i fritiden.

Fysik kvalificerer til de uddannelser, som især vælges af drenge.

Drenge vil således ofte være motiveret for at lære om emner med et praktisk-teknisk aspekt. Men det viser sig, at selv når drenge møder emner i fysikundervisningen, som ikke umiddelbart har deres interesse, vil de ofte se det som en udfordring og gøre en indsats for at lære det. Deres motivation skal her søges i det forhold, at drenge opfatter fysik som et fag, der kvalificerer til et bredt felt af uddannelser til typiske "mandefag", mens de fleste piger ikke hidtil har valgt uddannelser, hvor mere end helt elementær viden i fysik er nødvendig. Drenge vil således i modsætning til piger ofte være motiveret af mere langsigtede interesser til at lære om fysiske emner, som ved første øjekast kan forekomme både uinteressante og vanskelige. Vi ser her en delvis forklaring på, at drenge ofte synes relativt godt om at lære også om de mere teoretiske, abstrakte emner. Mange af dem lader sig ikke slå ud af de vanskeligheder, som de møder lige så vel som pigerne, men de tager det i stedet som en udfordring.

> dreng: "jo, det har været svært, men jeg har mere taget det som en udfordring, fordi når læreren begyndte at sætte alle de Q og K og alle de der op på tavlen, så siger man - nej-nej - det vil jeg sgu ikke, det der - men så fandt man ud af det, eller også når man kom hjem - det har jeg taget som en udfordring, det synes jeg mere, det er blevet."

Det herskende kønsrollemønster giver ikke pigerne nogle af de ovennævnte motiver. Pigerne har som regel ikke tekniske hobbies, de diskuterer ikke tekniske emner med veninderne og de regner som oftest ikke med, at deres fremtidige erhverv vil være af en art, som kræver megen viden om fysik. Fysik appellerer derfor normalt kun til piger, når emnerne på den ene

eller anden måde virker umiddelbart engagerende. Det kan være emner om naturfænomener i hverdagen, emner med æstetiske aspekter eller emner med miljø- eller samfundsmæssige aspekter. Men pigerne har ingen ydre motivation til at sætte sig ind i mere teoretiske emner, hvis de ikke umiddelbart kan se en relevant anvendelse.

<u>De traditionelle arbejdsprocesser i fysikundervisningen harmonerer ikke med pigers foretrukne arbejdsformer.</u>

Pigernes manglende motivation for at lære en del emner i fysik kan imidlertid ikke udelukkende forklares som en konsekvens af samfundets kønsrollemønster. Som tidligere beskrevet genfindes den manglende motivation for at lære om teoretiske, generelle emner også i andre skolefag. Vi ser en sammenhæng mellem pigernes manglende interesse for generelle, teoretiske emner og den måde indlæringen finder sted på i fysikundervisningen. Pigerne i vore projektklasser har været mere opmærksomme på og engagerede i arbejdsprocesserne i klassen, end drengene har været. Når der har været mulighed for at udtrykke en mening om undervisningen i interviews, i evaluering af undervisningsforløb eller i fysikrapporter, så har pigerne i langt højere grad end drengene givet detaljerede vurderinger af undervisningen, som i en del tilfælde har taget form af en konstruktiv kritik. Flere piger end drenge beskriver ved disse lejligheder, hvilke læreprocesser de har været igennem og de følelser, de har haft undervejs.

Vi har spurgt eleverne, hvilke arbejdsformer de foretrækker i fysikundervisningen. Dette spørgsmål er stillet både ved slutningen af 1.g og efter gennemførelse af enkelte undervisningsforløb. Lignende spørgsmål er blevet stillet til et stort antal elever efter 1.g i GF-undersøgelsen (Nielsen & Thomsen 1983b). Der er ikke på alle punkter klar overensstemmelse mellem resultaterne af de forskellige undersøgelser, hvor spørgsmålene heller ikke er formuleret på helt samme måde. Afvigelserne kan måske også skyldes, at forløbet af en bestemt type undervisning er stærkt afhængig af læreren, klassen og det emne, der undervises i, samt oplægget hertil. Alle under-

søgelser viser dog, at både piger og drenge er meget glade for de praktiske elevøvelser. Begge køn er også glade for at skrive rapporter, dog med en overvægt af positive piger. I vores undersøgelse har pigerne, i modsætning til drengene, også været glade for gruppearbejdet, som mest blev anvendt i forbindelse med temaundervisningen. I GF-undersøgelsen fandt både piger og drenge derimod, at gruppearbejde kun gav lidt udbytte. Denne uoverensstemmelse mellem vore resultater er formentlig et udtryk for, at gruppearbejde ikke er én, men mange ting. Nogle opgaver er egnet hertil, andre absolut ikke, og en nødvendig forudsætning for at gruppearbejdet skal lykkes er, at eleverne oplæres i denne arbejdsform, hvad der alt for sjældent sker.

Vi kan ikke på baggrund af de nævnte undersøgelsesresultater sige noget klart og utvetydigt om elevernes foretrukne arbejdsformer. Men vi mener, at undersøgelserne tyder på, at pigerne foretrækker arbejdsformer, hvor de kan udnytte forskellige evner samtidigt. De engageres ikke i så høj grad af den rendyrkede begrebsorienterede indlæring. I elevøvelserne kombineres gruppearbejde således med praktisk arbejde og beregninger. I rapporterne kombineres beskrivelse, ræsonnementer og beregninger med det håndværksmæssige i at lave en smuk rapport med pæne tegninger. I gruppearbejdet om teoretiske emner spiller det sociale samvær en stor rolle.

Vores hypotese er, at pigernes afstandtagen fra den disciplinorienterede undervisning centreret om indlæring af abstrakte begreber, til en vis grad hænger sammen med pigernes ønske om at lære ved hjælp af processer, hvor de kan involvere mange sider af deres evner og udtryksmuligheder. Pigerne bryder sig ikke om arbejdsprocesser, hvor der entydigt satses på abstrakte, intellektuelle aktiviteter.

I en temaorienteret undervisning vil emnerne ofte kunne inddrage elevernes erfaringer, beskrivelse af fænomener, etisk stillingtagen og andre processer som involverer flere sider af elevernes personlighed end evnen til abstrakt, formel tænkning. Derfor bør temaorganiseringen være et væsentligt element

i fysikundervisningen. Men undervisningen i fysik må også indeholde perioder med stærkt begrebscentreret undervisning. Hvis disse perioder skal kunne tiltrække pigerne, må der udvikles undervisningsformer, som alligevel kan involvere eleverne med både følelser og intellekt (forsøg med sådanne undervisningsformer beskrives i kapitel 8).

Drengene i det matematiske gymnasium har lettere end pigerne ved at deltage i rent intellektuelle arbejdsformer, hvor følelserne lades ude. Dette stemmer overens med visse psykologiske teorier om forskelle mellem drenges og pigers udvikling i ungdomsårene (se kapitel 4.6.). Ifølge disse teorier vil evnen til formel tænkning (målt ved Piaget-tests) og evnen til at indgå i gensidigt givende, tolerante relationer med andre mennesker ofte udvikles i forskellig rækkefølge for piger og drenge. Næsten alle drenge udvikler først de formelt kognitive evner, mens et væsentligt mindretal af pigerne gennemgår udviklingen i modsat rækkefølge. Ligeledes tyder undersøgelser på, at en del (ikke alle!) drenge vælger en teknisk-naturvidenskabelig uddannelse delvist p.g.a. fagenes traditionelle emotionelle neutralitet. Et sådant uddannelsesvalg kan være nogle drenges mulighed for at undslippe ungdomsårenes emotionelle konflikter (Head 1983; Maslow 1966).

6.8. KONSEKVENSER FOR FYSIKUNDERVISNINGEN.

Både vores og andres undersøgelser tyder på, at det for pigerne er væsentligt, at fysikundervisningens emner har miljømæssige og samfundsmæssige perspektiver, og at indlæringsprocesserne involverer forskellige typer evner og udtryksformer samtidigt. Hvis disse elementer ikke er til stede i undervisningen, vil mange piger blive passive og reelt "melde sig ud" af undervisningen. Mange drenge er motiveret til at engagere sig i undervisningen uafhængigt af, om disse elementer er til stede. Begge køns holdninger præsenterer væsentlige problemer, som bør få konsekvenser for fysikundervisningen.

På den ene side er pigernes afstandtagen fra de rent intellektuelle indlæringsprocesser, som kan virke fjernt fra de fænomener, som de er engageret i, en væsentlig hindring for pigerne, hvis de ønsker at omsætte deres engagement i f.eks. miljø og samfund til konstruktive handlinger i en praktisk, teknisk forstand. Hvis pigerne f.eks. skal kunne bidrage til løsning af disse problemer, så må de være villige til at indlære en hel del fysisk teori. Derfor bør pigerne have lejlighed til at få erfaringer med først kortere, så længere perioder med ren teoretisk indlæring, som resulterer i en viden, som de finder åbenlyst relevant, og som de ikke kunne opnå på anden måde. På denne måde kan pigerne måske lære at indse nødvendigheden af perioder med koncentreret, teoretisk indlæring og lære at leve med de eventuelle følelser af ulyst eller angst, som de provokerer. Ziehe og Stubenrauch (1983) formulerer det således:

> "Forventningen om tilfredsstillelse opvurderer den vej, der fører derhen. Tilstanden af tilfredsstillelse og vejen mod den kan så adskilles. Og netop derfor behøver hele vejen ikke selv at være tilfredsstillelse i hvert moment og i enhver fase."

En af vore kvindelige elever i 1.g udtrykte det således:

> "...lige i begyndelsen, når man får alt muligt at vide, så kører det rundt i hovedet, men så lige pludselig så falder alle brikkerne på plads .... så ved man hvad det handler om .... så er man dødlykkelig, og så tør man springe videre på alt muligt andet...."

Som ovenstående citat illustrerer vil mange elever opleve forløb, hvor de gennemgår en periode med følelser af ubehag, fordi de ikke synes, at de forstår noget - for derefter på et tidspunkt at opleve, at de enkelte brikker falder på plads i et mønster. Denne oplevelse kan være ledsaget af en intens lykkefølelse. Det vil være væsentligt, især for pigerne, at lærerne bevidst lader indgå nogle forløb i undervisningen, som giver eleverne mulighed for at gennemleve denne proces. Samtidigt er det vigtigt, at eleverne bliver gjort bevidste om,

at det er en proces, som det er normalt og nødvendigt ofte at gennemgå i fysik. Endelig skal læreren sørge for, at eleverne får lejlighed til at registrere de følelser, de gennemløber under disse processer (se også kapitel 8).

På den anden side bør pigernes afstandtagen fra emner, som de finder uvedkommende, fordi undervisningen ikke involverer miljø- og samfundsmæssige aspekter, vendes til en konstruktiv kritik af en undervisningstradition, hvor følelser og engagement i samfundet ofte betragtes som irrelevant. Vi mener i lighed med mange andre (Højgaard Jensen & Niss 1980; Whyte 1984; Ormerod 1981) at hvis pigerne skal tiltrækkes til faget fysik, så skal der lægges større vægt på hverdagsbehov og anvendelser og på miljø- og samfundsmæssige perspektiver. Også af hensyn til drengene er det væsentligt, at både emner og undervisningsform lægger op til et samspil mellem kognitive og affektive sider af elevernes personlighed. Hvis der ikke lægges op til dette samspil i undervisningen, kan vi ikke forvente, at drengene senere efter at have gennemgået en teknisk uddannelse, af sig selv altid vil kunne klare at løse deres opgaver ved en kombination af teknisk dygtighed og ansvarsfølelse overfor miljø og samfund. Det bør indgå som en væsentlig del af fysikundervisningen at demonstrere, at beskæftigelse med naturvidenskab og teknik er uløseligt forbundet med en kvalificeret vurdering af disse områders samspil med miljø og samfund.

–DU HVAD BETYDER: „PÅ PIGERNES PRÆMISSER"?–

Del III:

KØNSROLLER OG PÆDAGOGIK.

KAPITEL 7.

Kønsroller og skolen.

I de foregående kapitler har vi flere gange påpeget, at de almindelige kønsrolleopfattelser har konsekvenser for den måde, piger og drenge møder undervisningen på. Der er kønsforskelle i interesser og forhåndserfaringer (kapitel 6) og i den indlæringsstil, som har særlig betydning for selvstændig problemløsning (kapitel 4).

I dette kapitel vil vi først (i afsnit 7.1) behandle kønsrollerne samt deres opståen og videreformidling i almindelighed, og derefter (i afsnit 7.2) se nærmere på, hvordan skolen medvirker i denne formidling.

7.1 FORKLARINGSMODELLER FOR, HVORDAN KØNSROLLERNE OPSTÅR.

I det følgende klip kan man få et indtryk af "tidligere" tiders opfattelse af, hvad der er karakteristisk for kønnene. Klippet er fra et schweizisk værk, der i begyndelsen af 1940'erne udkom i en dansk bearbejdet udgave af overlæge ved den kommunale fødeafdeling Axel Tofte. Bogen blev genoptrykt så sent som i 1957. Den blev på udgivelsestidspunktet betragtet som en dristig, progressiv udgivelse.

SEKSUEL HYGIEJNE

HANDBOG I SEKSUEL OPLYSNING

ved
overlæge ved den kommunale fødeafdeling
Axel Tofte

KØBENHAVN
GRAFISK INSTITUT
MCMLVII

. . . . . Drengens ånd og karakter bliver specifik mandlig: Forstanden spiller en større rolle end følelsen, ånden bliver produktiv, forholdet til omverdenen er aktivt, han higer efter at herske fremfor at tjene og er mere tilbøjelig til brutalitet end mildhed. I kønslig henseende er han aggressiv.

105. *Kvindens psykiske særpræg.*

Som i legemsbygningen udvikler kvinden sig også mindre i åndelig henseende end manden og er i flere retninger beslægtet med barnet, hvad der er af betydning for hende som moder, idet hun herved bevarer større forståelse for barnet, mens manden gennem sin stærkere udvikling fjerner sig fra barnet og derved stilles fremmed over for det. Som barnet er hun i åndelig henseende mere modtagende end producerende, hun lader sig mere lede af impulsive følelser (intuition) og er på dette punkt manden absolut overlegen. Hun trøster hellere end hun revser, hun er mere indstillet på at tjene end på at herske. Hendes væsens art er stillet midt imellem mandens og barnets, og hun er derfor i stand til at udgøre familiens samlende centrum. . . .

. . . . . Den ideelle mand skal være kraftig, men ikke fed, han skal have mandens markante træk, der forråder intelligens og karakterstyrke. Den ideelle kvinde skal derimod være specifik kvindelig: legemsformerne bløde, ikke kantede, bevægelserne graciøse, stemmen melodisk o. s. v. Hos manden lægger vi først og fremmest mærke til, hvad han siger, mens vi gerne hører en smuk kvinde passiare om bagateller. Thi mandens naturlige instinkt forlanger af en kvinde, at hun ikke er behersket af mandlige tankeforbindelser, men af kvindelige følelser, at hun ikke tragter efter at hjembringe sportstrofæer eller at opnå et professorat; men at hun er en tilbedelsesværdig hustru og en god moder. . . .

• • • • For en ægte kvinde er måden, hvorpå hatten sidder, af langt større betydning end Søren Kierkegaards teorier, farvernes fysik af langt mindre betydning end deres erotiske virkninger, og blomsternes stilling i Linnés plantesystem uendelig ligegyldig i sammenligning med en roses placering på den nye forårsfrakke. Hendes interessesfære er ikke kosmos med dets ellipser og parabler, men menneskehjertet og fremfor alt — mandens hjerte.

• • • •

Kønsrollerne er stereotype forestillinger om, hvordan et menneske - i kraft af sit køn - føler, handler og tænker.

De fleste teorier, der findes om, hvordan et samfunds kønsrolleopfattelse opstår og videreføres til næste generation, kan grupperes omkring følgende tre forklaringsmodeller:

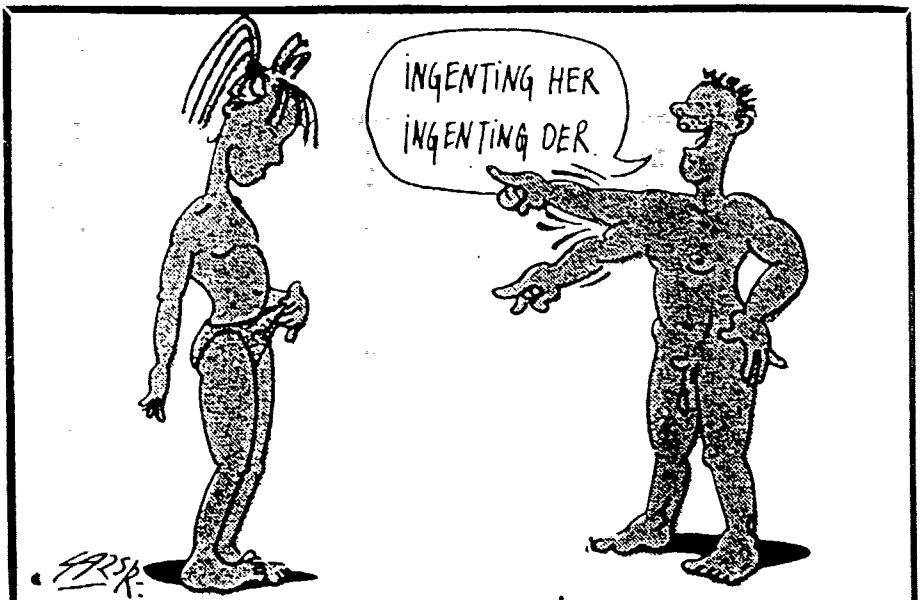
Udviklingen og videreførelsen af kønsforskelle skyldes:

1) genetiske faktorer,
2) sociale socialisationsprocesser,
3) kognitive socialisationsprocesser.

I det følgende vil vi behandle disse tre faktorer hver for sig.

1) Genetiske faktorer:

Eleanor Emmons Maccoby og Carol Nagy Jacklin (1974) har skrevet en reviewbog, "The psychology of sex differences", der bygger på en lang række undersøgelser. Ud fra disse undersøgelser konkluderer de angående de genetiske faktorer, at der er to egenskaber, der tilsyneladende er knyttet til kønnet, nemlig aggressionsniveau og rumsans.



Erhvervsvalg styres af kønshormonerne

- Det vil heller ikke lykkes for *Bertel Haarder* at få pigerne til at søge over i mandefagene. For en radikal ændring af pigernes erhvervsvalg kan kun ske ved at tilføre dem mandligt kønshormon i fostertilstanden - for kun derved kan man få pigerne til at udvikle drengeinteresser. Det siger psykolog dr. phil. *Helmuth Nyborg* ved Aarhus Universitet, der også er sikker på en sammenhæng mellem kønshormoner og f.eks. rumlig opfattelsesevne og matematisk sans.

Forsiden af Job

Drenge er mere aggressive (både fysisk og verbalt) end piger. Argumenterne, der fremføres for, at dette skyldes genetiske faktorer, er dels, at man hos primaterne (der betragtes som forgængere for mennesket i udviklingshistorien) finder samme kønsforskelle med hensyn til aggression, og dels, at det tilsyneladende er et resultat, man finder i alle (undersøgte) kulturer. Kønsforskelle med hensyn til aggression er fundet lige så tidligt som sociale lege begynder (i en alder af 2-2,5 år).

Rumsans er evnen til at kunne opfatte ting rumligt. At der er kønsbestemte forskelle med hensyn til rumsans begrunder forfatterne med, at de ud fra undersøgelserne kan konkludere, at mens ca. halvdelen af mændene har rumsans, gælder det kun ca. en fjerdedel af kvinderne.

Forfatterne finder i undersøgelserne ingen evidens for at andre områder, som f.eks. "evner" for matematik, skulle være genetisk bestemte.

2) Sociale socialisationsprocesser:

Det er den almindelige opfattelse, at personers kønsidentitet og kønsrolleopfattelse i vid udstrækning er resultatet af indlæringsprocesser, som foregår i vekselspil med omgivelserne og derfor må forklares ved sociale og/eller kognitive socialisationsprocesser. Kønsrollemønstret i et samfund er i høj grad bestemmende for omgivelsernes forventninger til en person, og samtidig for personens egne forventninger til sig selv. Resultatet viser sig dels i forskellige orienteringer/valg og interesser, og dels i mere psykologiske forhold som grad af selvtillid, ambitionsniveau og dermed adfærdsmønstre generelt.

I henhold til de sociale socialisationsteorier er det barnets ydre rammer (forældre, legetøjsindustri, børnebøger, skole, ...,..., samfund), der socialiserer det til at orientere sig, som det gør.

Lige fra fødselstidspunktet (eller før) behandler vi piger og drenge forskelligt. Det er velunderbygget bl.a. af Belotti (1975) og Lecuis (1972), at forældre stimulerer deres drengebørn fysisk mere end deres piger, hvorimod de taler mere med deres piger. Sædvanligvis er voksne ikke opmærksomme på betydningen af de signaler (ubevidste mønstre, tonefald, kropsholdninger), de sender børnene. Lloyd (1982) beskriver, hvordan en mor opfører sig, hvis hun bliver bedt om at passe et ukendt 6-måneders barn. Hvis barnet er klædt ud som en dreng, aktiverer hun ham. Hvis en anden mor skal passe det samme barn, nu blot

klædt ud som pige, vil denne berolige pigen og holde hende tæt ind til sig.

Stort set mener forældre, at de behandler deres pigebørn og drengebørn på samme måde i de første fem år af barnets liv. Men de leger f.eks. mere voldsomt med drengene, og disse får også mere fysisk afstraffelse. Talrige undersøgelser viser, at drengene både får mere ros og mere kritik fra deres opdragere end piger gør. Desuden er forældre (og specielt fædre) betydelig mere bekymrede, hvis deres dreng er en "tøsedreng", end hvis deres pige er en "vildkat". Specielt fædre sætter sig ofte imod, hvis deres drenge har den mindste interesse for "pigelegetøj", "pigeaktiviteter", pigetøj eller smykker. Det er dog vanskeligt at se, at der er noget direkte i socialisationen af de to køn, der vil producere et forskelligt mønster af intellektuelle evner.

Helene Sørensen skriver i sin rapport (1985), at de fleste forældre mener, at de ikke forskelsbehandler deres piger og drenge. Men undersøgelser viser, at forældre alligevel reagerer positivt, når barnet er optaget af en opførsel, som passer til barnets køn, og negativt overfor en opførsel, der passer til det andet køn. Det fremhæves, at det mere tillades drenge at udforske objekter og undersøge den fysiske verden, uden at de bliver bremset. Samtidig får pigerne mere positiv feedback, når de beder om hjælp eller prøver at hjælpe voksne. Helene Sørensen fremhæver endvidere, at en væsentlig del af socialisationen foregår i samværet med jævnaldrende under leg i børnehaven, i skolen og i fritiden. Allerede fra 4-års alderen leger børn helst med en af deres eget køn. Piger leger sammen i små grupper. Deres samvær præges ofte af, at de bruger lang tid på at finde ud af, hvad de vil lege. De aftaler regler for legen, men de tager det ikke så højtideligt, om reglerne overholdes. Det er vigtigere for dem, at de forbliver gode venner. Hvis de bliver uvenner, holder de op med at lege. Drengene leger ofte sammen i større grupper. De vælger legekammerater efter hvilken aktivitet, der skal foregå. Deres lege er karakteriseret ved et kompliceret system af regler og hieraki. De holder ikke op med at lege, selvom de kommer op at skændes.

Resultatet af legen har større betydning for dem end at de forbliver gode venner.

De ovenfor nævnte regler for pige- og drengesamvær findes, hvor der er mange børn sammen, og "nye" børn i børnegruppen (f.eks. i børnehaven) lærer reglerne af deres kammerater.

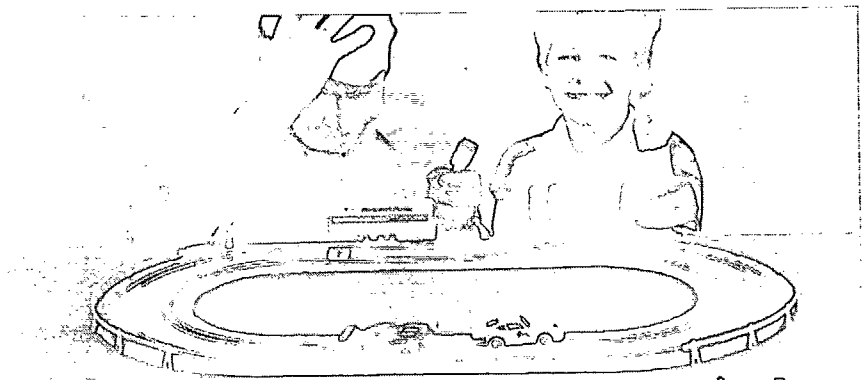
At drenge i større grad end piger får lov til at udforske objekter og undersøge den fysiske verden, mens piger får mere positiv feed-back, når de beder om hjælp end drenge, kan betragtes som en forklaring på, at drenge har bedre forudsætninger for at klare de krav, som skolen i almindelighed og fysikundervisningen i særdeleshed stiller til eleverne.

De for de to køn forskellige legemønstre kan bl.a. være en af forklaringerne på, at drengene udvikler et behov for at gøre opmærksomme på sig selv og for at præstere noget, mens pigerne i højere grad opnår tilfredsstillelse gennem gruppens trivsel og ved omsorg for andre mennesker.

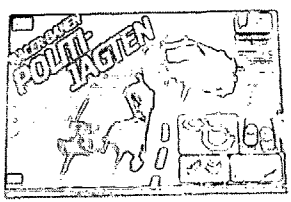
Legetøjsindustrien medvirker i sin opdeling af legetøj i typisk pigelegetøj og drengelegetøj til en fastlåsning af kønsrollerne. Ved en sammenligning af de to "slags" legetøj, er der nogle gennemgående forskelle:

Drengelegetøj er mere aktivitets- og fantasikrævende og iøvrigt dyrere. Det understøtter udvikling, problemløsning og kreativitet.

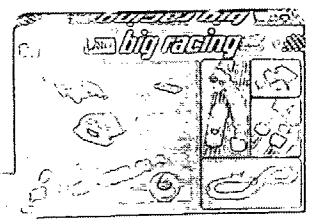
Pigelegetøj er mere forudsigeligt, det er simplere, mere passivt. Det opmuntrer til efterligning, at lære regler, til at pynte og udstille sig, til at drømme om den flotte, rige mand, men også til hjælpe- og plejeopførsel.



"Far går altid over stregen, når jeg ta'r ham i opløbet"

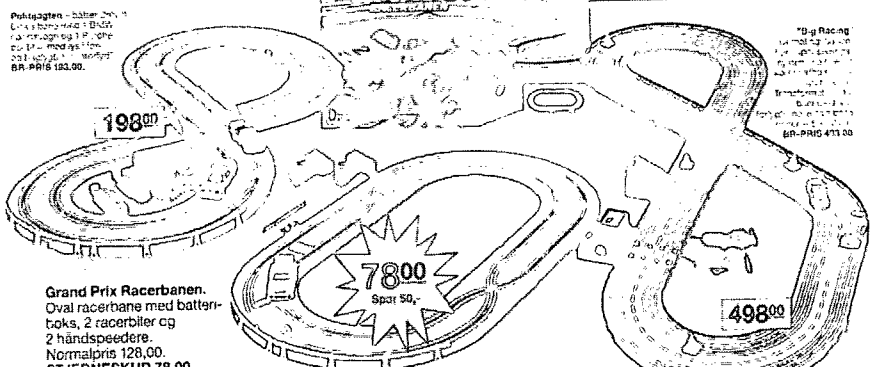


– men det ta'r jeg mig ikke af, for det er ligesådan i hans egen bil. Men vi elsker nu at køre race sammen, og i BR har vi fundet Danmarks største udvalg i racerbaner og tilbehør.



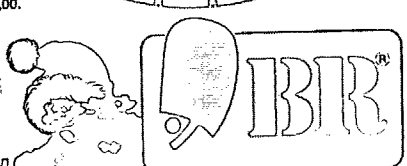
Politijagten – batter
BR-PRIS 193,00.

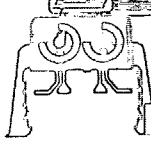
"Big Racing"
BR-PRIS 493,00



Grand Prix Racerbanen.
Oval racerbane med batteriboks, 2 racerbiler og 2 håndspeedere.
Normalpris 128,00.
STJERNESKUD 78,00.

Transformator.
BR-PRIS 158,00.





"Big Racing"
BR-PRIS 69,50.

Vi er med i legen

Nogle af mine bedste veninder er POPstjerner og Mannequiner !

POP STAR

Pop Star dukken – mode-dukken der kan bejle i alle led. BR-PRIS 79,00.

Barbie Rock Star med 2 sæt tøj. BR-PRIS 178,00.

Derek Rock Star med 2 sæt tøj. BR-PRIS 198,00.

og BR har Danmarks største udvalg i det mest smarte tøj og tilbehør, som du kun finder i BR.

Til Pop Star dukken fås der 6 forskellige sæt party tøj, som også passer til Mannequindukken m.fl. BR-PRIS pr. sæt 59,50.

79,50

59,50

49,85

Mannequin Dukken

Smart luksus-tøj til Mannequindukken 12 forskellige sæt. BR-PRIS pr. sæt 49,85.

49,85

Mannequindukken i luksus-udgave, der kan bøje i alle led. BR-PRIS 49,85.

59,50

Garderobeæske til Mannequindukken. BR-PRIS 59,50.

178,00

198,00

ROCK STARS

Det smarte scenetøj til Rock Star dukkerne. Frit valg. BR-PRIS 118,00.

Pop Star Video Recording Studio

99,50

Det helt store video-studio til Pop Star dukken. Uden dukker. BR-PRIS 99,50.

198,00

Stor elfarbilen drømmebil med bagagerum til at åbne. BR-PRIS 198,00.

Himmelseng til Mannequindukken med sengetøj og selvlysende damse. Uden dukke. BR-PRIS 148,00.

Himmelseng

148,00

Lyser i mørket

118,00

Vi er med i legen

BR®

BIRKØBT (Fælledvejscentret 11), BREMERHOLM (Hovedgaden 9), KØBMAGERGADE 9, LYNGBY (Lyngby Storcenter), VESTERBROGADE 61, GL. KONGEVEJ 179, NØRREBROGADE 182, AMAGER CENTRET, GLOSTRUP CENTRET, RØDOVRE CENTRUM, ALBERTSLUND CENTRUM, CITY 2, TÅSTRUP STATIONSCENTER, BRØNDBYCENTER, HVIDOVRE STATIONSCENTER, HERLEV BYCENTER, FREDERIKSSUNDSVEJ 302, HERLEV MIDTPUNKT, BALLERUP CENTRET, LYNGBY STORCENTER, CHARLOTTENLUND, SOBORG BUTIK STORY, VÆRLØSE MIDTPUNKT, FARUM BYTORV, BIRKEROD, HØRSHOLM MIDTPUNKT, HILLERØD, HELSINGØR, ROSKILDE, KØGE.

Alison Kelly (1987) konkluderer på basis af en større undersøgelse af 1700 engelske skolebørn, som hun fulgte i tre år, fra de var 11 til de var 14 år, at legetøjet ikke er en afgørende faktor for pigernes til- eller fravalg af fysik. Piger, der havde leget med mekanisk legetøj og havde lidt erfaring med at bruge værktøj, var nok en lille smule bedre til fysik, men der var ikke væsentlig flere af denne kategori piger, der valgte at fortsætte med fysik, da det blev valgfrit. Dette kan skyldes, at det ikke er "passende" for en ung pige at interessere sig for mekaniske ting, og kulturelle "forbud" vejer tungere end individuelle erfaringer.

3) Kognitive socialisationsprocesser:

Teorien for kognitiv socialisation er beskrevet af Alison Kelly (1981). Ifølge denne teori foregår socialisationen af barnet i det væsentlige som en selvsocialisering i barnet. Så snart barnet har erkendt sit køn, tillægger det de to køn en række forskellige egenskaber. Disse egenskaber er naturligvis bestemt af, hvad barnet ser og oplever i sine omgivelser. Barnet prøver at kopiere de egenskaber, det har tillagt sit eget køn: "Jeg er en dreng, derfor ønsker jeg at gøre drengeting". Barnet tager ikke altid modeller fra sine nærmeste omgivelser, som eksempel på dette kan nævnes en 4-årig pige, som insisterede på, at piger kunne blive sygeplejersker, men kun drenge kunne blive læger. Hun holdt stædigt fast på dette, selvom hendes egen mor var læge. Tilsyneladende konstruerer børn nogle faste "kønsegenskaber", før de kan gruppere andre i deres omgivelser efter køn. Et barns kønsrollebegreber udvikler sig efterhånden på samme måde som resten af dets begreber med niveauet af de kognitive færdigheder, det har udviklet.

Da fysik har et maskulint image i vores samfund, vil drenge "naturligt" være rettet imod det, mens pigerne ser faget som upassende i forbindelse med udviklingen af deres feminine egenskaber (tilsvarende ser drengene det også upassende for pigerne). En 1.g pige udtrykker det på følgende måde:

"Drenge er ligeså bange for ikke at vælge fysik, som piger er for at vælge det".

I en review-artikel af Ormerod (1981), der bygger på mange undersøgelser, fremhæver han, at piger og drenge i puberteten er særlig følsomme overfor (måske deres egne) kønsrolleforventninger. F.eks. har han konstateret, at når to køn undervises sammen i 14-års alderen, vælger begge køn i højere grad kønstraditionelle fag, end hvis de undervises hver for sig. Han tolker dette som elevernes middel til at udtrykke deres kønsidentitet. I en undersøgelse fandt man, at mange piger, som kunne lide fysik, fravalgte det, mens en del piger, der ikke kunne lide biologi, alligevel valgte det. På basis af denne artikel konkluderer Ormerod, at valget må udsættes fra 14 til 16 år. Men sådan er det jo allerede i Danmark, og det er øjensynlig ikke nok, da kun ca. 1/8 af pigerne vælger fysik på højt niveau, mens næsten halvdelen af drengene gør det. (jvf. kapitel 9).

Katrin Hjort (1987) behandler i sin bog, "Piger og Drenge - om kønssocialisering i 80'erne", de samme temaer. Hun ser dels på opdragelsesmønstret af den generation af drenge og piger, der blev født i starten af 60'erne, og dels på de børn, der blev født i starten af 70'erne. For den første gruppes vedkommende siger hun, at pigerne i deres første leveår får tilbudt mindre tid til kontakt, leg og beskæftigelse end drengene. I den anden fase af deres liv bliver pigerne mere hæmmede end drengene i deres aktiviteter, og drengene får større frihed til at færdes omkring det kvarter, hvor de bor. Drengene bliver straffet strengere end pigerne. Pigerne har i større udstrækning end drengene små pligter i hjemmet allerede i førskolealderen. Katrin Hjort beskriver den anden gruppe (den såkaldte nye narcissistiske generation) som børn, der er opdraget i hjem, hvor faderen ikke længere er autoriteten i familien. I det hele taget møder disse børn flest kvinder både i familien, i institutionerne og i folkeskolens små klasser.

Principperne for børneopdragelse har også ændret sig på de 10 år. Bl.a. får drengene lov til noget af det, pigerne tidligere

havde eneret på (de får f.eks. i større udstrækning lov til at bevare kontakten med deres følelser). Til gengæld giver dette drengene nogle problemer bl.a. med selvtilliden. Pigerne opdrages også anderledes nu, idet de i dag skal kunne klare alt det, mændene tidligere har kunnet klare. Pigerne tilbringer (ligesom drengene) de fleste af deres vågne timer i institutioner og skoler, og de kan ikke som tidligere i samme grad tage model af deres mor. Katrin Hjort mener, at piger og drenge kommer til at ligne hinanden mere og mere. Det bliver interessant at se, om det også kommer til at gælde i forhold til faget fysik.

Generelt mener Katrin Hjort, at det i opdragelsen af børn ikke så meget er det, vi siger, som det vi gør (mere eller mindre bevidst), der danner børnenes kønsrollemønster. Dette er i sig selv ikke noget nyt, men måske er der større forskel på, hvordan vi selv netop nu "optræder" med henblik på kønsroller, og hvordan vi ønsker at opdrage vore børn til at "optræde".

Sammenfatning.

Kønsrollerne opstår og videreformidles af mange forskellige årsager. Vi har behandlet tre forklaringsmodeller, som kan virke alene eller i en kombination. De peger dog alle på generelle mekanismer, som vi ikke lige kan ændre på. Børn fokuserer på forskellene i kønsrollerne, som de oplever dem i samfundet. De forstærker forskellene, så de tydeliggøres og bliver enklere og mere letfattelige, hvorefter de forsøger (ubevidst?) at forme sig selv efter rollerne, for derved at opnå den ønskede og idealiserede identitet.

Men hvilken rolle spiller skolen i formidlingen af kønsrollerne ?

7.2. HVILKE KONSEKVENSER HAR KØNSROLLERNE FOR ELEVERNE I SKOLEN ?

Hvordan møder skolen eleverne ? Er skolen med til at cementere og dermed forstærke kønsforskellene ?

Harriet Bjerrum Nielsen og Kirsten Larsen (1985) har lavet en undersøgelse af piger og drenge i starten af folkeskolen. Det materiale, de efterfølgende klip er taget fra, er baseret på 25 båndoptagede lektioner, fordelt på to 1. klasser og to 3. klasser i fagene dansk og orientering.

I rapporten fremhæves, at både piger og drenge ønsker at få opmærksomhed og bekræftelse fra andre, men at den form, de søger det i, og de midler, de bruger for at få det, er forskellige. Selv om skolen ikke er skyld i kønssocialiseringen, er det alligevel væsentligt at spørge, hvordan skolen møder denne forskellighed hos piger og drenge. Forstærkes eller svækkes de to køns orientering gennem pædagogikken ? Er skolen med til at knytte den kvindelige orientering sammen med oplevelsen af mindreværd ? Noget kunne tyde på, at svaret på de stillede spørgsmål er ja. Af rapporten fremgår, at lærerne fremhæver pigerne som elever, mens de husker drengene som individer. Ser man på sammenligninger mellem 1. klasserne og 3. klasserne bemærker man, at forskellene i de to køns aktivitetsniveau vokser med klassetrinnet. For eksempel tager drengene i 1. klasse ca. dobbelt så mange initiativer i timerne som pigerne gør, mens de i 3. klasse tager 10 gange så mange initiativer.

Bjerrum og Larsen siger, at deres analyse tyder på, at den velvillige indstilling, som pigerne møder skolen og lærerne med, bruges af lærerne til helt andre formål end at forandre og udvikle pigerne. De mener, at skolens behandling af pigerne er systematisk indøvelse af mindreværd.

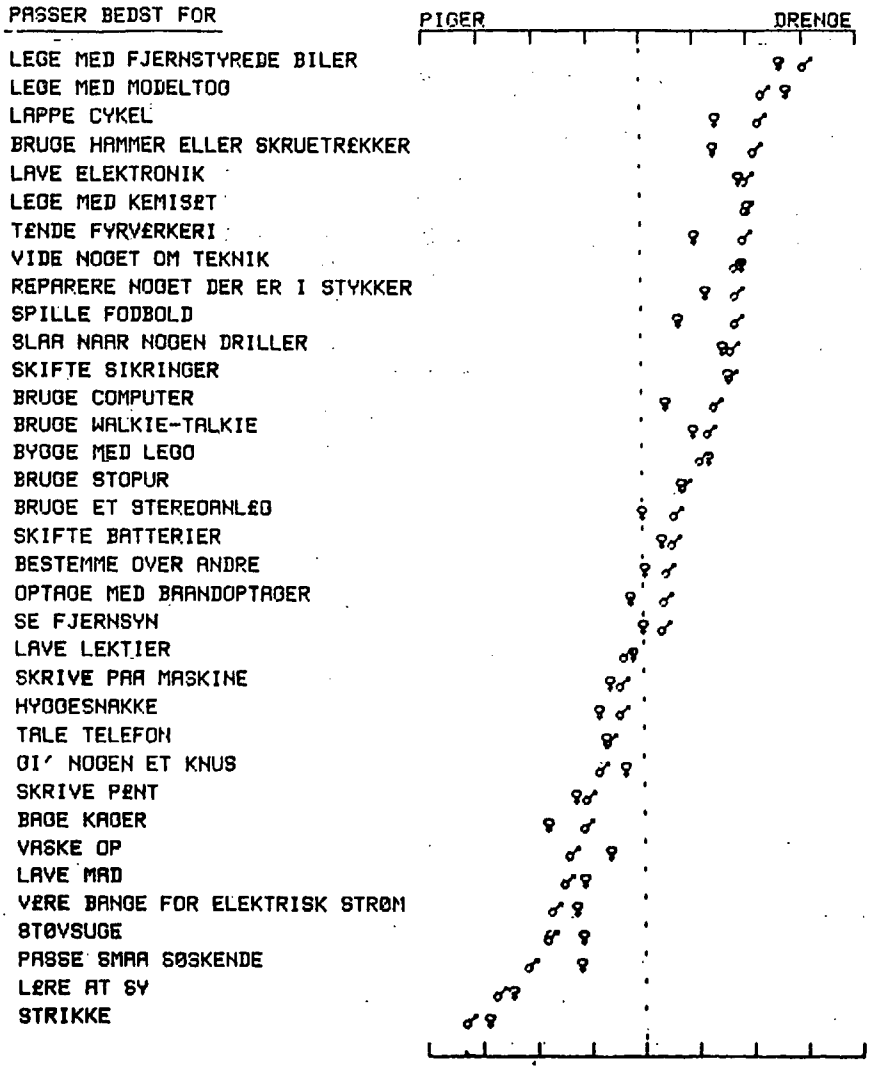
I de små klasser anses pigerne at være bedre til at formulere sig, at have nemmere ved at indordne sig, sidde stille osv. Piger erfarer, at det ikke er så svært at gå i skole, og at man kan undgå ubehagelig opmærksomhed ved at have gjort sin pligt.

Drengene lærer efterhånden, at der skal bestilles noget, og at de får positiv respons ved at stille spørgsmål og iøvrigt gøre sig bemærket. Pigerne opfattes indtil 7.-8. klasse som værende dygtigere eller på linie med drengene. Fra det tidspunkt (8. klasse), hvor der indføres karakterer, er drengenes ambitionsniveau stigende - det samme gælder deres skolepræstationer. For pigerne gælder det omvendt, at deres uddannelsesambitioner og skolepræstationer er faldende (Ørum 1973). Uheldigt er det så, at faget fysik netop starter i 7. klasse. Dette fag er jo i særlig grad forbundet med kønsrollefordomme, og undervisningen i faget starter i tiden for pigernes pubertet - en periode, hvor pigerne må anses for at være særlig følsomme over for andres forventninger til dem. Desuden tages der ikke særligt hensyn til, at pigerne har dårligere forudsætninger for at beskæftige sig med fysik, og at de desuden har andre interesseområder inden for fysik end dem, man traditionelt beskæftiger sig med.

Elevernes opfattelse af kønsrollerne.

Både pigerne og drengene har meget tidligt i skolen en klar opfattelse af, hvad der er passende for piger og drenge at interessere sig for.

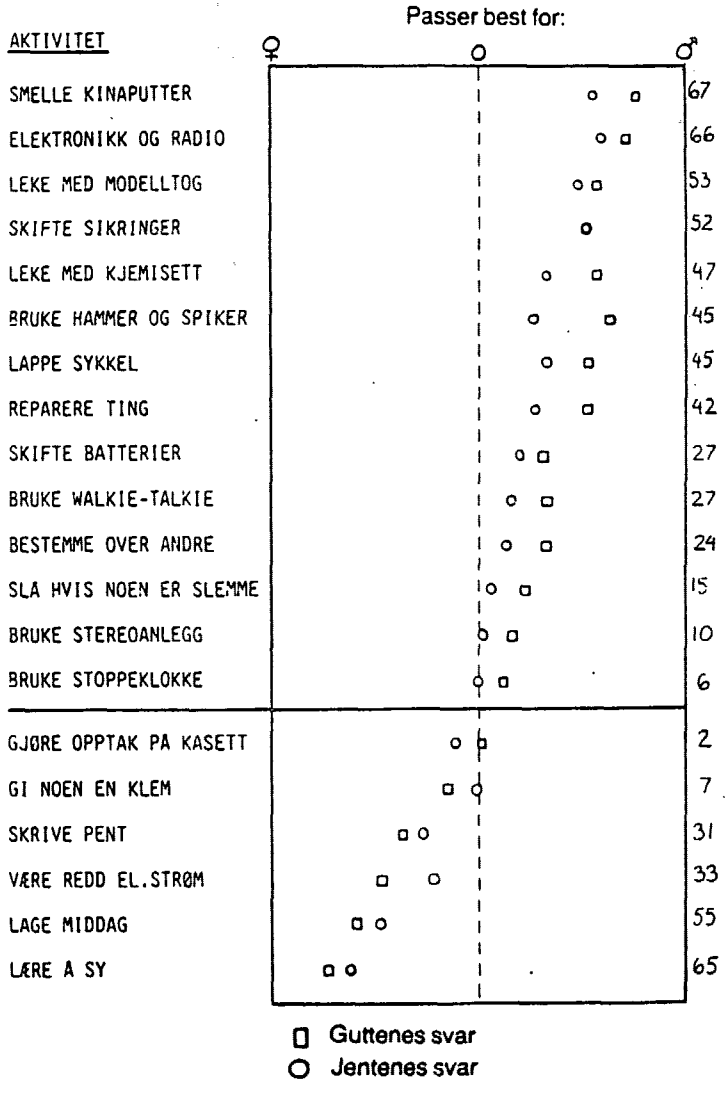
Helene Sørensen (1985) har spurgt 531 7.klasses-elever om interesser, erfaringer og forventninger til fysikundervisningen. Nedenstående tabel viser fra denne undersøgelse, hvad piger og drenge mener er mest passende aktiviteter for piger og drenge. Man ser, at de ting, der har med fysik eller eksperimenteren at gøre, er mest passende for drenge.



FIGUREN VISER FORSKELLEN MELLEM DE AKTIVITETER, SOM PIGER ELLER DRENGE HAR ANGIVET SOM "PASSENDE FOR DRENGE" OG "PASSENDE FOR PIGER"

Helene Sørensen's resultater svarer helt til resultaterne fra en norsk undersøgelse, udført af Lie og Sjøberg (1984). Nedenstående tabel stammer fra denne undersøgelse:

HVORDAN 5.KLASSINGER VURDERER HVORDAN
ULIKE AKTIVITETER PASSER FOR DE TO KJØNN.



Nogle tilsvarende fordomme er fundet i en engelsk undersøgelse (Whyte 1983) af 2000 11-12-årige børn:

	Agree % Boys	Girls
Girls are very good at using tools.....	8	47
A woman can never be a great scientist.....	16	7
Girls don't need to know about electricity.....	21	8
Girls who want to be scientists are peculiar.....	27	7
Most scientists are ugly.....	22	14
Learning science is more important for boys than for girls.....	40	16
Girls are just as good as boys at science.....	49	87

Vi kan, ud fra de tre undersøgelser, konkludere, at der med hensyn til, hvad der er passende områder at beskæftige sig med, er snævrere spillerum for piger end for drenge. Det er begge køn enige om, men derudover viser undersøgelserne også, at drengenes fordomme overfor, hvad der er passende for piger, er endnu stærkere end pigernes egne.

De følgende citater er fra vore egne interviews af 1.g-elever. De fortæller lidt om pigers og drenges forhold til og interesse for teknik og fysik.

Fra piger:

"Fysik og teknik har altid været drenge."

"Fysik har aldrig været pigers interesse."

"I folkeskolen lægges der op til, at drenge er bedst til teknik."

"Hvis en ting ikke virker, så har man en far."

"Det er sjældent, at piger interesserer sig for elektronik - jeg havde en veninde, der gjorde, men hun var også ret speciel."

"Drengene går op i, hvor mange watt deres højttalere har - det aner vi ikke."

Fra drenge:

"Drenge er mest tekniske."

"Piger er ligeså gode til fysik som os, men vi gør det også i fritiden."

"Min lillesøster kan ikke lappe en cykel - hun gider ikke lære det."

"Pigerne kan ikke finde ud af at skifte dæk på en bil eller noget som helst, fordi de tror, de ikke kan finde ud af det."

Vi kan alt i alt konkludere, at elevernes opfattelse af kønsrollerne begrænser både pigerne og drengene, men mest pigerne - i hvert tilfælde i forhold til naturvidenskab og teknik.

Lærernes opfattelse af kønsrollerne.

Lærerne har, på samme måde som andre voksne, forskellige forventninger til piger og drenge. Det er ofte vanskeligt for lærerne at få øje på de kønsspecifikke mekanismer i undervisningen. Man oplever eleverne som individer og er sig ikke bevidst, at man stiller forskellige forventninger til de to køn. Nogle lærere har dog den opfattelse, at piger og drenge ikke har samme behov for at lære naturvidenskab.

Margaret Spear (1984) har lavet en undersøgelse om lærerholdninger i England. Der deltog 215 "secondary school"-lærere, 89 kvinder og 126 mænd i undersøgelsen.

Hun stillede dem bl.a. følgende tre spørgsmål: (Svarene ses også i skemaet nedenfor):

Er det værdifuldt for eleverne at vælge tekniske eller teknologiske fag?	50% mente, det var vigtigt for drengene, og 24% mente, det var vigtigt for pigerne
Er pigerne ligeså gode som drengene til komplicerede tekniske fag?	50% svarede nej.
Kvindens karriere er ikke ligeså vigtig som mandens!	42% var enige.

Spear konkluderer, at nogle læreres forventninger til eleverne kan forklare, hvorfor disse ikke har succes med at opmuntre pigerne til at vælge naturvidenskabelige fag. Ja, de afskrækker dem vel nærmest, og hun mener, at det er væsentligt, at man gør lærerne opmærksomme på deres holdninger og forventninger og på, hvilken indflydelse disse kan have på eleverne (specielt på pigerne).

Det har vist sig, at nogle lærere ubevidst lader deres forventninger slå igennem, således at de bedømmer pigers og drenges præstationer forskelligt. Margaret Spear (1983) har ladet 306 lærere (202 mænd og 101 kvinder) bedømme tre opgavesæt bestående af en rapport om destillation og en essaybesvarelse om naturvidenskab og om forskere.

Opgavesættene blev præsenteret, som om de var skrevet af tre 12-års middelelever, der havde fulgt et science-kursus i skolen. Lærerne fik at vide, at undersøgelsen blev lavet for at sammenligne lærerbedømmelser af et standardsæt. Hvad lærerne ikke vidste var, at opgavesættene var produceret specielt til undersøgelsen, samt at undersøgelsen gik ud på at se, om der var forskel i bedømmelsen af piger og drenge. De tre opgavesæt var produceret af elever, piger eller drenge, med den rigtige baggrund, men den første og den anden del af den samme besva-

relse var ikke lavet af den samme elev. Opgavesættene blev skrevet om i tre letlæselige skrifttyper. De blev præsenteret for halvdelen af lærerne som pigearbejde (der var pigenavne på), og for de resterende lærere som drengearbejde. Der var signifikante forskelle både mht. den afgivne karakter og mht. vurderingen af forskellige kvalitative aspekter af arbejdet. "Pigerne" fik lavere karakterer end "drengene". En besvarelse med et drengenavn blev generelt vurderet højere mht. videnskabelig nøjagtighed og forståelse af principper end den identiske besvarelse med et pigenavn. "Drengene" blev endvidere bedømt signifikant højere mht. evne for naturvidenskab og positiv holdning til og interesse for naturvidenskab. Desuden viste undersøgelsen, at de mandlige lærere ofte gav lavere karakterer end de kvindelige.

Inspireret af denne undersøgelse blev der i foråret 1985 udvalgt et antal gymnasieskoler i Danmark, på hvilke eleverne til skriftlig studentereksamen ikke måtte skrive fornavne på deres besvarelser. Man ville undersøge, om censorerne ville bedømme sættene mere ens, hvis de ikke kendte kønnet på opgavebesvareren. Pigernes karakterer lå dette år som sædvanlig under drengenes i skriftlig matematik og i skriftlig fysik, også på de skoler hvor censorerne ikke kendte opgavebesvarernes køn.

Denne undersøgelse var ikke en underbyggelse af Margaret Spears, men den foregik heller ikke under de samme betingelser.

Mange lærere påstår, at de kan se forskel på en pigeskrift og en drengeskrift. Dette prøvede vi at undersøge. Vi tog en pigebesvarelse af et matematiksæt og viste den til 40 lærere. Vi spurgte dem, om det var en pige eller en dreng, der havde lavet besvarelsen. 39 svarede, at det var lavet af en pige, mens 1 svarede, at den var lavet af en dreng. Selvom denne miniundersøgelse ikke beviser noget, kan man vel med en vis sikkerhed sige, at studentereksamensundersøgelsen ikke viser, at danske lærere bedømmer piger og drenge på samme måde.

D.v.s. selvom Spears' resultater ikke er blevet underbygget, er de heller ikke blevet "aflivet".

Som et eksempel på lærerforventninger oplevede en af os følgende: En af vore kolleger, som er meget involveret i piger og fysik-problematikken, havde haft en matematikprøve med sin klasse. Efter at have rettet den blev han meget glad, fordi han syntes, pigerne havde klaret sig så godt, men da han havde regnet gennemsnittet ud, viste det sig, at drengenes var højere. Hans "fejltagelse" skyldtes formodentlig, at f.eks. et 8-tal regnes for fint for en pige, men ikke for noget særligt for en dreng.

Lærer - elev interaktioner.

Vi bad lærerne, der underviste vore projektklasser, være bevidste om, at de delte opmærksomheden lige mellem pigerne og drengene. I begyndelsen følte de, at de havde ofret meget mere tid på pigerne end på drengene, når vi efter timen kunne fortælle dem, at de havde delt deres tid lige mellem pigerne og drengene.

At mange lærere ubevidst ofrer mere tid på drengene end på pigerne er noget, der går igen helt fra de små klasser.

H. Bjerrum og K. Larsen (1985) har i deres ovenfor beskrevne undersøgelse set to former for pædagogik udøvet: "drengepædagogik" og "tantepædagogik". Ved "drengepædagogik" forstås en pædagogik, hvor der anvendes en diskussionspræget, saglig undervisningsstil, hvis emner oftest er hentet fra den store verden.

Budskabet til pigerne var: Du er kedelig og uinteressant, eller: Det er den, der råber højt, der får opmærksomhed. Hvis du ikke kan det, må du acceptere en anonym tilværelse på tilhørerpladserne. Der er både piger og drenge, der bliver overset i "drengepædagogikker", men den manglende interesse fra lærerens side får forskellige følger for piger og for drenge. Pigen vil gerne ses af læreren og bliver pænt siddende opmærk-

somt, i håb om, at han igen får øje på hende, men det får han først, når rutinearbejdet skal klares. Drengen mister derimod hurtigt interessen for læreren, som ikke lader ham komme til orde, og orienterer sig mod kammeraterne.

"Tantepædagogik" er en mere gammeldags traditionel undervisningsstil. Her brugte læreren ikke så meget tid på samtaler, men derimod tid på at indøve regler for god opførsel i klasseværelset og god elevadfærd. Her fik pigerne god plads, det var dem, der blev hørt i reglerne, og dem der blev irettesat, når reglerne ikke blev holdt. Læreren reagerer på pigernes form, mens han i højere grad reagerer på indholdet i det, drengene siger.

I "tantepædagogikken" er budskabet til pigerne: Vær sød og pæn, så skal jeg nok lægge mærke til dig.

I begge pædagogiske formers budskab ligger der en meddelelse om mindreværd. Pigen har ingen værdi i sig selv, men hun kan eventuelt bruges som det kit, der holder undervisningen sammen.

Undersøgelsens konklusion er, at skolen fastholder pigernes orientering og knytter den sammen med mindreværd. Undervisningen er en systematisk nedbrydning af pigernes selvrespekt og af deres følelse af egenværd.

Judith Whyte (GASAT II, 1983) har som en del af en større engelsk undersøgelse (GIST) set på, hvor meget lærerne henvendte sig til hhv. piger og drenge i undervisningen. Hun erfarede, at mange lærere, hvis de tildelte lige opmærksomhed til piger og drenge, følte, at de var unfair over for drengene.

Alison Kelly (1986) har i en review artikel "Gender Differences in Teacher-Pupil Interactions", der tager sit materiale fra 81 forskellige undersøgelser, fundet frem til, at pigerne i middel kun deltager i 44% af klasseinteraktionerne, skønt de ligeså ofte som drengene er villige til frivilligt at svare på

lærerens spørgsmål. Pigernes kontakt med læreren er specielt lille i science- og samfundsfagstimerne og med mandlige lærere. Kontakten med lærerne falder med voksende klassetrin. Kelly nævner, at man i en af undersøgelserne har prøvet, i en klasseundervisning, at give alle eleverne den samme slags feedback, som pigerne normalt får. Det betyder, at den meste kritik gik på faglige ting, mens den meste ros gik på opførsel. Resultatet af dette var, at også drengene mistede tiltroen til deres egne faglige evner.

Kelly skriver, at man i nogle få undersøgelser har evalueret forsøg, hvor man har "undervist" lærere i kønsrolleproblematik. Resultat af denne undervisning har været, at lærerne har større succes med at involvere pigerne i deres undervisning (pigerne deltager nu i 49% af klasseinteraktionerne mod før 44%).

Dette viser, at lærere normalt ikke er opmærksomme på disse forhold. Det er derfor vigtigt at bevidstgøre lærerne, så de får en chance for at ændre på deres måde at behandle piger og drenge på.

Vi interviewede eleverne i vores projektklasser 2 måneder efter, de var startet i 2.g. Vi spurgte dem, om der var noget, der havde chokeret dem på grenen. Det følgende klip er svaret fra en pige på den matematisk-fysiske gren. Dette svar underbygger resultaterne fra de ovenfor beskrevne undersøgelser.

> "Altså der er noget, der er anderledes, som, man ikke havde forestillet sig, var anderledes, altså noget med klimaet ik' - der er jo flere drenge. Nu tror jeg nok, at der er flere procent piger i vores mF-klasse end normalt, der er 8 ud af 23. De 6 af pigerne er fra min stamklasse.. pigerne er generelt meget stille i klassen, så selvom der er så mange, betyder det ikke så meget. I 1.g var det omvendt- der var kun 7 drenge ud af 27, men de sagde meget mere. Pigerne i min klasse er meget stille, og når jeg tænker på, hvad de piger kan. Hvis der f.eks. er en pige og en dreng, de laver noget sammen, og du kan se, at han siger meget mere end hende, og i

virkeligheden ved hun godt, at hun har meget mere styr' på det."

Opsummering.

Unge i gymnasiet er i en alder præget af søgen efter identitet og normer. Skolen er med til at levere dette ved at videreføre gængse kønsrolleopfattelser gennem arbejdet med litteraturen og historien, og gennem de holdninger og normer, der overleveres via fagtraditioner og via direkte kontakter mellem lærere og elever og mellem elever indbyrdes.

Alt i alt er skolen med til at cementere og dermed forstærke kønsrollerne, således at specielt pigernes muligheder indskrænkes. Dette bør ændres, men hvordan skaffer vi lige betingelser for alle eleverne i skolen ?

7.3. HVORDAN KOMMER VI VIDERE ?

Kønsrollerne kan hjælpe mennesker, der er usikre, til at finde en form, som er accepteret blandt mange. De kan også forhindre mennesker i at udfolde sig i retninger, der ikke harmonerer med de almindeligt accepterede kønsroller.

Skolen er fundamentalt set indrettet efter drengenes behov. Man tager i fagene fortrinsvis udgangspunkt i drengenes erfaringsverden og interesser. Lærerne henvender sig mere til drengene end til pigerne. Disse mekanismer er normalt skjult for både lærere og elever. Det er derfor vigtigt at bevidstgøre lærere og elever om disse forhold, så der bliver mulighed for at arbejde på at ændre dem.

Hvis vi ønsker at gøre undervisningen og specielt fysikundervisningen mindre kønspolariserende, er det bl.a. nødvendigt, at læreren erkender, at der er kønsforskelle i indlæringsstil (jvf. kapitel 4). Læreren må derefter ændre sin undervisningsstil i en retning, således at hun/han tager hensyn til dette.

Vi mener, at det er afgørende, at læreren bevidstgør eleverne om samspillet mellem de mere erkendelsesmæssige forhold og elevernes mere følelsesmæssige reaktioner i undervisningssituationen - for kun gennem denne integration kan eleven opleve, at skolearbejdet er meningsfuldt og opnå egentlig indlæring.

Dette stiller nogle krav til undervisningen. I det følgende kapitel vil vi redegøre for vores forslag til og konkrete erfaringer med en undervisningsstil, der tager denne udfordring op.

KAPITEL 8.

Er der en særlig pigevenlig pædagogik ?

8.1. INDLÆRING.

Pigernes specielle indlæringsstil er behandlet i kapitel 4, og vi har i det foregående kapitel set på nogle af årsagerne til, at pigerne er blevet socialiseret til at få denne indlæringsstil. Vi har omtalt, at pigerne i højere grad end drengene ønsker at undgå risikobetonede læreprocesser. Pigerne er mere afhængige af andres mening, således at de ofte er uvillige til at løbe en risiko eller til at tænke selv, i den forstand, som det er nødvendigt ved egentlig selvstændig problemløsning. Pigerne ønsker at forstå alting tilbunds, og vil gerne cirkle rundt om de samme begreber i lang tid. Ud over det har vi set, at pigerne søger sikkerhed i "at gøre det rigtige", forstået som "det læreren vil have", hvilket i høj grad resulterer i udenadslæren. Pigernes indlæringsstil passer specielt dårligt til den måde, man arbejder på i fysik i gymnasiet.

Al indlæring kræver, at eleven er motiveret for at lære, og for at opnå meningsfuld indlæring af egentlig ny viden skal han/hun desuden være villig til at løbe en risiko, d.v.s. det kræver personligt mod. Der skal være en balance mellem at søge tryghed i det kendte og opnå oplevelse og erkendelse gennem mødet med det ukendte. Man skal være i besiddelse af en fremadrettet forestillingsevne, idet det er nødvendigt, at man har en forudanelse om, at det er umagen værd. Det er vigtigt at få eleverne til at erkende, at vejen til at lære noget kan være ulystbetonet, men at man, når man er kommet igennem, kan opnå stor tilfredsstillelse. Hvis man først én gang er kommet hel-

skindet gennem en vanskelig indlæringssituation, er det lettere næste gang.

En 1.g pige beskriver det på følgende måde:

> "Alle formlerne kørte i begyndelsen rundt i hovedet på mig, men så faldt det hele pludselig på plads, og jeg blev meget lykkelig og fik pludselig lyst til at gå videre og lære noget nyt."

En 1.g dreng beskriver det således:

> "I starten var jeg helt ligeglad med fysik, fordi jeg ikke kunne fatte det, og jeg kunne ikke skrive ordentlige fysikrapporter, så gik energisætningen pludselig op for mig i en time, og så gik det hele op for mig, nu er fysik nemt og interessant."

Fysik opfattes tit som "fjernere" end andre fag (jvf. kapitel 6), fordi man nok til en vis grad kan sætte de fysiske begreber i relation til hverdagserfaringer, men det er svært at gøre dem direkte personorienterede.

8.2. FINDES DER EN PÆDAGOGIK, DER I HØJERE GRAD PASSER TIL PIGERNES BEHOV END DEN NUVÆRENDE ?

Vi definerer pigepædagogik som en pædagogik, der i særlig grad tilgodeser pigernes mulighed for at frigøre sig fra de bånd, kønsrollerne lægger på dem. Vi forestiller os, at man i en sådan pædagogik skal forsøge at lære eleverne at integrere intellekt og følelse.

I Danmark er der i de senere år lavet nogle undersøgelser om pigepædagogik. Anne-Mette Kruse m.fl. (1984) beskæftiger sig med pigers skoleadfærd og skoleopfattelse i 8.-9. klasse. De foreslår, at man laver kønsadskilt undervisning i perioder for at tilgodese pigerne. Vi har med stort held lavet kønsopdelte hold ved fysikforsøg, det er dog ikke altid, pigerne på forhånd synes, det er en god idé.

Inger Frimodt Møller og Anette Steen Pedersen (1983) beskæftiger sig med gymnasiepiger. Deres hovedinteresse har været at fokusere på pigerne generelt og på den pædagogiske organisering af undervisningen, ud fra et perspektiv om at udvikle en pædagogik, der kunne styrke og selvstændiggøre pigerne. Deres projekt bygger på observationer i dansktimer. De konkluderer, at en bedre pædagogik for pigerne vil være en, hvor der er mere gruppearbejde, samt en formaliseret evaluering af dette. Vi har selv erfaret, at gruppearbejde er en udmærket arbejdsform også for pigerne, men at det er meget væsentligt at bruge vekslende arbejdsformer. Desuden mener vi også, at det er meget vigtigt at evaluere ethvert undervisningsforløb (jvf. afsnit 8.6.).

Katrin Hjort (1984) beskæftiger sig med pigerne ved overgangen mellem folkeskolen og gymnasiet. Hun skriver, at pigefrigørende pædagogik er en pædagogik, der fastholder og udvikler pigernes ressourcer indenfor det menneskelige og sociale, og samtidig styrker deres mulighed for at tilegne sig kompetancer inden for det samfundsvidenskabelige og teknologiske. Hun skriver, at man for at opnå dette må ændre på arbejdsform og faglighed (emner, metoder og argumentationsteknik), så pigerne kan bruge det de kan, og komme videre med det de ikke kan.

De danske undersøgelser har været gode inspirationskilder for os, men de kan ikke umiddelbart anvendes på fysikundervisningen.

I udlandet har en række forskere beskæftiget sig med koblingen mellem de affektive og de kognitive faktorer i indlæringen, hvilket vi mener i særlig grad er vigtigt for pigerne. Vi vil her fremhæve en model af englænderen Ormerod (1983), og i senere afsnit i dette kapitel komme tilbage til nordmanden Nils Magnar Grendstad og amerikanerne Sheila Tobias og Jeffry Mallow.

Ormerod starter sin artikel med et citat af Shakespeare:

> "The mathematics and the metaphysics,
> Fall to them as you find your stomach serves you:
> No profit grows where is no pleasure ta'en."

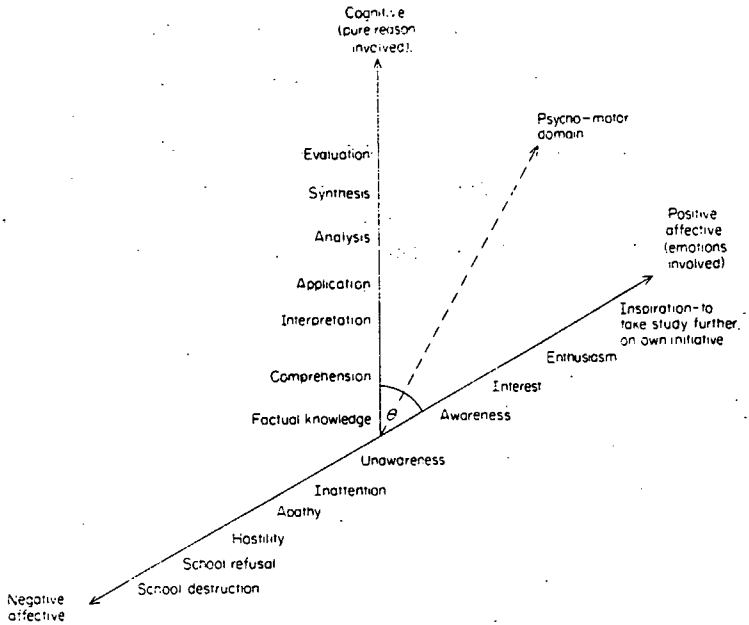
Ormerod fremhæver:

> "Ligegyldig med hvilken præcision de kognitive mål er blevet sat, og ligegyldig hvor stor elevens mentale kapacitet er, vil den person, der skal lære en ting, have fuldstændig vetoret over, om han/hun lærer noget i det hele taget."

Han begrunder dette ved hjælp af en diagrammodel, der forbinder de pædagogiske mål i det kognitive og det affektive område (jvf. figur 8.1.). Vinklen mellem den affektive og den kognitive akse er spids. Det betyder, at hvis man er højt oppe på den kognitive akse, vil man fremme de affektive mål og omvendt. D.v.s. succes på det kognitive område er forbundet med positive affektive resultater af undervisningen.

Et nøglepunkt ved denne model er, at den affektive akse har en negativ dimension. Det betyder, at mangel på succes på det kognitive område kan skyldes, at de affektive resultater af undervisningen er i den negative dimension. Ormerod mener, at hovedproblemet ved fysik er, at man tit introducerer begreber, før eleverne er mentalt udviklede til at forstå dem (jvf. kapitel 3). Eleven tror, at han, eller mere almindeligt hun, ikke kan forstå fysik, og det betyder også, at hun begynder at glide ned ad den negative affektive akse. Ofte vil eleven da, når hun senere når det udviklingstrin, hvor hun er i stand til at forstå begreberne, opgive dette på forhånd.

Gennem vort arbejde med projektet har vi selv erfaret, at en integration af intellekt og følelse både synes at være en afgørende forudsætning for, at skolearbejde kan opleves som



Figur 8.1. Forholdet mellem den kognitive dimension og den positive-negative affektive dimension. (fra Ormerod 1983).

meningsfuldt, og for at eleven selv overtager ansvaret for sin indlæring, d.v.s. for at en egentlig indlæring kan finde sted. Jo mere man oplever, at en sag angår én selv, desto større indflydelse vil den få på ens væremåde og handlinger. Den ovennævnte integration er af helt afgørende betydning for specielt pigernes motivation og risikovillighed, men den er særlig vanskelig at tilgodese i fysikundervisningen i dag.

I den såkaldte konfluente pædagogik, som vi skal omtale i det følgende, har vi fundet nogle ideer, der lægger op til en ændret undervisningsstil. Denne angriber nogle af de ovenfor nævnte problemer.

8.3. KONFLUENT PÆDAGOGIK.

Den konfluente pædagogik bygger på gestaltterapien, hvis grundlægger Fritz Perls identificerer det at lære med at opdage. Den opstod i Californien i slutningen af tresserne (George I. Brown, Santa Barbara), men vi har stiftet bekendtskab med den gennem Nils Magnar Grendstads bog "Å lære er å oppdage - glimt fra den konfluente undervisning" (1982).

Konfluent betyder sammenflydende. Konfluent undervisning står for en undervisning, hvor man prøver at få alle processer i undervisning og indlæring til at flyde mod samme mål. Det gælder både de intellektuelle og de emotionelle aspekter. Men for at disse aspekter kan flyde mod samme mål, må man naturligvis lære dem at kende. Man skal lære eleverne, hvad der sker med dem, mens de arbejder med et givent stof, og man skal lære dem at få et reflekteret forhold til det, de bruger deres tid og kræfter på. Det kan betyde, at mange af de følelsesmæssige blokeringer, der er for specielt pigernes indlæring af fysik, kan reduceres eller fjernes.

At "opdage" (= lære) er egentlig bare at lægge mærke til noget, der har været der hele tiden, men som man ikke har set. At lære er noget helt subjektivt, da man kun selv kan opdage noget for sig selv - andre kan blot gøre en opmærksom på ting og sammenhænge. Det er klart, at der er væsentlig forskel på, om man arbejder med noget, der angår én selv, eller man bare beskæftiger sig med noget, fordi man skal. Når man føler, at noget angår én selv, gør man noget ved det. Når læreren stiller spørgsmål er hensigten, at det skal bidrage til at eleven opdager noget, som er væsentligt for hende og ikke for læreren.

Man skal lægge vægt på at hjælpe eleverne og ikke mindst sig selv til at få en åben og spørgende holdning til det, der sker omkring én. En væsentlig forudsætning for at en undervisning

kan foregå konfluent er, at læreren er bevidst om de mange forskellige emotionelle aspekter i indlæringsprocessen.

Arbejdet med problemer af personlig karakter, såsom egne reaktioner, meninger, følelser, ønsker, forventninger, oplevelser o.s.v., har en central plads i den konfluente undervisning, ikke på bekostning af "rent" kundskabsstof og færdigheder, men integreret i arbejdet med dette. Vi skal se på eksempler på ovenstående i det følgende, men først skal vi indføre nogle begreber fra den konfluente pædagogik.

Meningsreservoir (meningsindhold af ord og begreber):

Har vi et reservoir af noget indebærer det, at vi har adgang til mere end vi i øjeblikket bruger. I pædagogisk sammenhæng kan vi tale om et reservoir af meninger. Princippet om meningsreservoir indebærer, at der kan være noget mere ved en sag end det man umiddelbart opdager. Og dette mere kan også være vigtigt til at belyse og udfylde billedet af det, det drejer sig om. For at kunne "bruge" af meningsreservoiret må man have en åben holdning til sig selv og sine omgivelser. Nils Magnar Grendstad kalder det for en "undrende holdning". Han påpeger, at undren er en aktiv tankeproces, og samtidig er den uforpligtende.

Meningspotentiale:

Et ords meningspotentiale udgøres af det, vi forbinder eller associerer med ordet. Jo flere forhold man associerer, des rigere bliver ordet.

Eksempel: Hvad man forbinder med ordet "vand" har tæt sammenhæng med den erfaringsbaggrund, man har. F.eks. er det klart, at en kvinde i Afrika forbinder noget andet med ordet vand end en kvinde i en moderne lejlighed i Danmark. Vand er vand i begge tilfælde, men den meningsoplevelse, man knytter til det, er temmelig sikkert forskellig. Forskellige personers meningsoplevelser af ord/begreber er ret forskellige, "forklaringerne" kan hver for sig og endnu bedre tilsammen bidrage til at

belyse, hvad ordet/begrebet indeholder og står for for forskellige mennesker.

Man kan i indlæringssituationer lave denne meningsudveksling på følgende måde: Eleverne deles op i grupper på 2-3 personer, og de får følgende besked:

> "Skriv hver for sig svaret ned på følgende opgave:
>
> "Hvad forbinder du med ordet bølge ?"
>
> Når I er færdige, skal I i gruppen læse op, hvad I har skrevet."

Spørgsmålet ovenfor er et åbent spørgsmål, det åbner for en række svar, som alle er gode og betydningsfulde svar på opgaven (forudsat at den bliver taget alvorligt). Nils Grendstads erfaringer viser, at eleverne efter et sådant gruppearbejde føler, at ordene (begreberne) får et rigere meningsindhold for dem, dels fordi de selv har gjort sig klart, hvad de forbinder med dem, og dels fordi de fik denne mening uddybet ved at høre, hvordan andre ser på og oplever de samme ord. En anden pointe ved at lave denne form for "meningsudveksling" mellem eleverne er, at hver enkelt af dem får mulighed for at bidrage til fortolkningen af begrebet. Det får naturligvis indflydelse på elevens selvfølelse i indlæringssituationen, og det er lige så væsentligt som det rent faglige udbytte.

Fantasirejser.

En meget benyttet arbejdsmetode i konfluent undervisning er brug af fantasien. Det betyder, at grænser for tid og rum ophæves, så man kan "rejse" til steder nær og fjern i fortid, nutid eller fremtid. Fantasien giver adgang til helhedsoplevelser af situationer og mennesker, man møder i fantasien. Man kan lære sig selv bedre at kende ved at blive bevidst om, hvordan man reagerer i forskellige situationer (man kan "øve" sig i fantasien).

8.4. VORE ERFARINGER MED AT ANVENDE KONFLUENT PÆDAGOGIK I UNDERVISNINGEN.

En konfluent indledning til et emne:

Svar fra en 1.g pige, da vi bad hende sammenligne varmelære med ellære:

> "Jeg synes ellæren er langt kedeligere end varmelæren - jeg har meget sværere ved det - det hænger nok sammen med, at da jeg startede med at have fysik i folkeskolen havde vi ellære først, og da forstod jeg ikke et klap af, hvad der foregik - bare det grundlæggende i det forstår jeg ikke rigtigt, og det gør det kedeligt.-"

Elektricitetslæren er et emneområde, der i særlig grad afskrækker pigerne, da det har et maskulint image, og det samtidig er et emneområde, der behandles i folkeskolen, hvor pigerne "traditionelt" ikke kan finde ud af fysik. Vi har derfor forsøgt med en konfluent indledning til emnet, bl.a. med det formål at fjerne pigernes indbyggede angst og fremmedgjorthed overfor emnet.

Den samme form for indledning har vi senere med held anvendt i emner om energi, bølger og lys.

Indledningen varer én til to timer, og den kan foregå på følgende måde: Vi starter med at spille noget musik, der kan give associationer til det pågældende emne. Eleverne skal under musikafspilningen sidde helt afslappede og koncentrere sig om musikken, de må ikke tale sammen. For at opnå størst mulig koncentration er det bedst, hvis eleverne sidder med lukkede øjne. Efter musikken skal de hver for sig nedskrive de oplevelser, de har haft om det pågældende emne. Vi understreger overfor dem, at det specielt skal være oplevelser udenfor skolen.

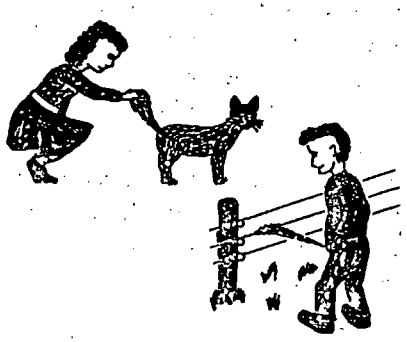
Dette avisudklip fra Politiken var på det papir, hvorpå eleverne skulle nedskrive deres stikord.

Farligt tisseri

Det kan være farligt at tisse op ad en lygtepæl. Det viser en episode fra Korsør, hvor han-hunden Basse mandag aften døde efter at have lettet ben op ad en strømførende lygtepæl. Byens elværk er nu gået i gang med at undersøge de elektriske installationer i lygtepælene.

Det er bl.a. meningen, at eleverne skal have etableret en forbindelse mellem det, de skal lære i skolen, og deres hverdagsoplevelser om emnet. Ofte ser man, at elever slet ikke etablerer denne forbindelse (jvf. kapitel 3, 4 og 5). Udover dette er formålet med denne indledning at få en afslappet atmosfære som indgang til emnet, samt at vise eleverne, at de faktisk allerede har gjort nogle værdifulde erfaringer om emnet. Således har alle pigerne f.eks. haft erfaringer med statisk elektricitet og elektrisk stød, selv om de måske ikke har "leget" med elektronik.

Efter at eleverne hver for sig har skrevet deres oplevelser ned, diskuterer de i smågrupper, hvad de har skrevet, og de skal i grupperne f.eks. blive enige om en definition på elektrisk strøm. Gruppernes svar bliver diskuteret i hele klassen, og dette bruges som udgangspunkt for at tale om elektrisk strøm.



Gennem forløb som ovennævnte oplever pigerne, at deres erfaringer er relevante, selvom de ikke nødvendigvis er de samme som drengenes. Desuden opnår eleverne at få udvidet begrebets meningspotentiale.

Vi har haft succes med at anvende metoden. Det var tydeligt, at eleverne følte sig meget mere motiverede for at lære mere om de emner, der var blevet introduceret på denne måde.

Følgende citater underbygger dette:

> "Godt, da man "tvinges" til at lave egne overvejelser."
>
> "Godt til at få gang i fantasien og sætte os ind i emnet."
>
> "Godt, da man bliver mere klare over, hvad det handler om, når man selv bliver sat til at finde eksempler."
>
> "Det var sjovt og hyggeligt."

okt. 1986

Teknisk kursus sikrer kvinder arbejde

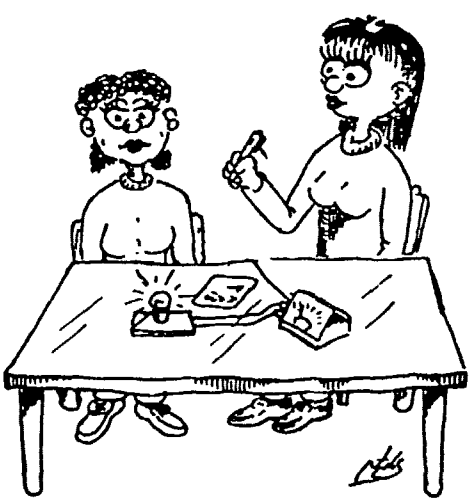
Af Inge Methling

30 langtidsledige kvinder uden faglig uddannelse starter i dag på anden del af et særligt kursus, der skal sikre dem arbejde i elektronik-industrien.

Det er Teknologisk Institut i Tåstrup, der står bag kurset, der er det første forsøg her i landet på at gøre noget specielt for de langtidsledige, ikke faglærte kvinder, som i øjeblikket er arbejdsmarkedets store tabere.

De 30 kvinder har nu været igennem otte ugers introduktion på Teknologisk Institut. Frem til juli fortsætter deres uddannelse som en blanding af undervisning på Specialarbejderskolen og praktik på forskellige elektronik-virksomheder. Uddannelsen er så målrettet, at kursusledere på forhånd har kunnet love kvinderne, at de også kan få arbejde, når de i alt ti måneders kursus er overstået.

En af os har prøvet at anvende konfluent undervisning ved et elektricitetslærekursus for en særlig "elevgruppe". Det var en gruppe langtidsledige kvinder i alderen 26-54 år, der skulle indskoles til specialarbejderskolen inden for elektronik. Kurset foregik på Teknologisk Institut i tre timer pr. dag i en uge. Gruppen var ekstrem i flere henseender: dels var kursisterne meget motiverede for at lære noget, og dels var deres skolebaggrund meget ringe. Kurset blev en succes, og det skyldes nok først og fremmest, at kursisternes egne erfaringer blev fremhævet som væsentlige, og derudover de gode personlige relationer mellem kursisterne og underviseren.



Et eksempel på anvendelse af fantasirejse i fysikundervisningen:

Vi har endnu ikke så mange erfaringer med brugen af fantasirejser i fysikundervisningen, men én af os har prøvet at bruge fantasirejsen som indledning til et 1.g årsprøveprojekt om "den nære astronomi".

– Har du aldrig haft den fornemmelse, at der er en eller anden, der betragter dig ...?

På forhånd havde eleverne læst lidt om vores Solsystem, bl.a. om afstande indenfor Solsystemet, samt om den "vægtløse tilstand", som man "kommer i", når man i rumskib befinder sig på "tur" i Solsystemet. Vi gennemgik først i fællesskab det ovenfor nævnte stof. Eleverne sad sammen i grupper. Dagen i forvejen havde de fået titel og arbejdspapirer på deres gruppes arbejde. (Emnerne var følgende: "Historiske eksempler på Verdensbilleder", "Vor plads i Universet", "Jorden", "Månen", "Planeterne", "Solsystemets rester", "Dyrekredsen - Solens bane" og "Er der andre "livgivende" planeter ?".)

Eleverne måtte vælge, om de ville "rejse" sammen med de andre i gruppen (d.v.s. om de i fantasien ville være sammen med de andre), eller om de ville rejse alene. Herefter fik eleverne besked på, at de skulle sætte sig til rette, lukke øjnene og forberede sig på at rejse ud i rummet.

Rejsen foregik på følgende måde: Jeg startede med at spille noget af 1.satsen af Tchaikovsky's Symfoni nr.6. Musikuddraget startede med nogle voldsomme brag, der skulle give associationer til raketaffyringen, og derefter kom en kort periode, hvor man i musikken fik en fornemmelse af acceleration, stykket endte stille og roligt. Eleverne fik nu at vide, at farten var 28000 km/h. Jeg bad dem lægge mærke til, hvordan Jorden så ud deroppefra, samt at se efter om de kunne se stjerner. De måtte naturligvis gerne "besøge" nogle af de andre planeter eller Månen. Så startede musikken igen. Denne gang var det noget "kosmisk" musik: et nummer fra Kitaro's Silk Road nr.II: "Time Travel". Dette nummer varede ca. 2 minutter, og herefter fik eleverne lov til at "rejse" lidt i fred og ro. Efter et stykke tid spurgte jeg dem, om de var sultne. Jeg foreslog dem at gå hen i køleskabet (også for at de kunne fornemme den vægtløse tilstand) og tage sig noget at spise. Efter kort tid bad jeg eleverne om at forberede sig på, at de skulle til at vende tilbage til Jorden. Jeg fortalte dem, da de var landet.

Lige efter "rejsen" skulle eleverne skrive ned hvilke oplevelser og iagttagelser, de havde gjort på rejsen, og derefter skulle de tale om det i gruppen.

Hvad fik eleverne ud af denne rejse ?

Generelt gav de fleste elever udtryk for, at fantasirejsen havde været en god indledning til projektet. De syntes det havde været en lærerig oplevelse, der vakte eftertanke om mange forhold. Nogle af eleverne syntes dog, at rejsen havde været for kortvarig. Det fremgik tydeligt af elevreaktionerne, at eleverne havde fået en følelsesmæssig oplevelse af stoffet. De følgende tre elevcitater underbygger dette:

"Det var spændende, men landingen var brat. Musikken gjorde meget. Det var svært at spise på rejsen, da jeg var vægtløs. Jeg skrev ikke efter rejsen, men tegnede, da det var svært at beskrive, hvad jeg følte."

"Det var godt, men der var for lidt tid. Det er vigtigt at få ens egne følelser om rummet frem."

"God ide, "oplevelsen" kan overføres på virkeligheden, når man tænker grundigt efter, - meget godt musikvalg."

I det følgende kommer eksempler på, hvad nogle elever skrev ned lige efter "rejsen":

dreng: "Start lidt falsk, manglende accelerationsfornemmelse, det med køleskabet virkede godt, en dåse gule ærter er ganske uregerlig i vægtløs tilstand. Hurtig slutning, men sådan er det jo med alle eventyr. Under hele forløbet følte jeg mig lidt som en helt i en science fiction film."

pige: "Afrejse: kriblen i maven, nervøs.
Tur: Sort himmel, lysende stjerner, ingen fornemmelse af tid, rummet fortsætter i det uendelige, jeg ser klippeblokke, Jorden er blå og lidt grøn, den ser ikke beboet ud, det er en behagelig fornemmelse.
Landing: Ingen fornemmelse af landing, pludselig er jeg hjemme, rolig - ikke som jeg havde forestillet mig."

pige: "Stikord: spænding - usikkerhed - noget nyt -stor fart - pludselig går det løstilvænning - tryghed - befinder mig godt - ser noget nyt - mål forude - håb, lettelse - farer - mørke - finder mål - lander - klimax - vane, kedeligt - se det gamle, tilbage hurtigt - derfor var det godt at landingen foregik så hurtigt."

pige: "Rumrejse: I starten mærkede jeg trykket, mens jeg fløj opad, men jeg var ude af atmosfæren lidt hurtigere end det var

meningen. Jeg fløj ud gennem Solsystemet og så Saturns ringe og de andre planeter. Da "landingsmusikken" kom følte jeg mig nødsaget til at lande det nærmeste sted, Mars. På det tidspunkt skulle jeg se tilbage på Jorden. Jeg så en blågrøn planet og følte mig lidt ensom."

Videre perspektiver:

Vi har endnu kun få erfaringer med anvendelsen af den konfluente pædagogik i fysikundervisningen.

Det virker som om denne pædagogiske retning er meget velegnet til at integrere intellekt og følelse i undervisningssituationen. At indlede et nyt emne konfluent har vist sig at være en succes for både piger og drenge, da det dels skaber forbindelse til det, eleverne på forhånd ved om emnet, og dels giver alle eleverne indtryk af, at de allerede har gjort nogle væsentlige erfaringer om emnet. Derudover udvider det elevernes meningspotentiale om emnet.

Vi har også oplevet, at fantasirejsen er en form, der virker inkluderende, forstået på den måde, at alle eleverne kan bidrage til samtalen bagefter. Hvis man i det væsentlige holder sig til en intellektuel behandling af stoffet, vil dette let opleves som, at man skal præstere noget, der skal vurderes eller kategoriseres som rigtigt eller forkert. Ved en fantasirejse har vi både et intellektuelt arbejde med stoffet, noget der er en forudsætning for en udbytterig fantasirejse, og selve oplevelsesaspektet. D.v.s. tilsammen får vi en integration af intellekt og følelse.

Vi kunne ønske os, at den konfluente pædagogik prægede hele undervisningen mere. En af de ting, man kan arbejde med, er at tage klarere udgangspunkt i elevernes hverdagserfaringer. Det har vi forsøgt i et andet forløb i elektricitetslæren, som vi har kaldt: "Jeg bruger osse el".

I dette forløb tager vi udgangspunkt i hjemmets elektricitetsforbrug. Eleverne får besked på, at de 14 dage i træk skal aflæse deres elmåler morgen og aften. Derefter arbejder de i smågrupper, hvor de skal sammenligne og forklare elforbruget i deres hjem.

Dette forløb engagerede mange elever sig i, og en del af dem begyndte at overveje, om de skulle ændre nogle vaner med hensyn til brug af elektriske apparater, således at elforbruget kunne nedsættes.

8.5. UNDERVISNINGSKLIMA.

En forudsætning for at indlæring kan finde sted er et trygt undervisningsklima.

Vi har på forskellige måder prøvet at forbedre undervisningsklimaet for at give eleverne en større følelse af tryghed i undervisningssituationen, således at de tør åbne sig for nye begreber.

Emnerne i fysik kan aldrig blive personorienterede i samme grad som f.eks. i dansk. Det resulterer i, at faget og dermed fysiklæreren ofte bliver opfattet som "kold". Lærere fra andre faggrupper opfatter også ofte faget som "koldt" og fysiklærere som "kolde og indskrænkede" personer. Det er derfor nødvendigt at prøve at ændre stemningen omkring faget.

Vi har oplevet, at en pige, efter at have set hvor hyggeligt biologilokalet var indrettet, valgte den naturfaglige gren, selvom hun først havde ønsket at vælge mat-fys-grenen. Inspireret af dette har vi prøvet at ændre på indretningen af fysiklokalerne, så de blev mere hyggelige, med farver, billeder og blomster.

Da det - som ovenfor nævnt - ikke er indlysende gennem emnerne i fysik at komme ind på personlige ting, har vi prøvet enten

at lade fysiklæreren holde hyggemøder på skolen med eleverne eller ladet fysiklæreren invitere eleverne hjem, så de kan se, at hun/han er et ganske almindeligt menneske med hund, børn osv. Eleverne siger selv, at det betyder meget for deres tryghed i undervisningssituationen, at de kender læreren fra andre situationer. Også i selve klassen kan man, samtidig med at man underviser, drikke te med eleverne. Hvis undervisningstimen ligger sent på skoledagen er det ofte svært for eleverne at koncentrere sig om indlæringen. Det er da en god idé at starte (fysik-) timen med, at eleverne sidder helt afslappede uden at tale sammen - gerne med lukkede øjne - og lytter til noget afslappende musik i 2-5 minutter.

En af os har prøvet at starte alle fysik- og matematiktimerne i to måneder i træk i en 2.mS-klasse med musik. Det var en stor succes. Alle eleverne gik ind for ideen, og timerne startede i fred og ro. Elever, der kom for sent til timen, listede lige så stille ind og satte sig, og koncentrationen i undervisningen bagefter var meget stor. Efter to måneder spurgte vi klassen, hvad de syntes om denne start på timerne. Alle pigerne og 10 ud af 12 drenge var glade for at starte på denne måde, hvilket følgende citater underbygger:

Fra piger:

> "Det får mig til at slappe af, før vi skal lave noget. Jeg kan bedre koncentrere mig. Der bliver mere ro i klassen før undervisningen begynder."

> "Hvis man skal op ved tavlen eller have en prøve, er man beroliget ved først at høre noget musik."

> "Man får lige slappet af og er parat til at lave noget bagefter."

Fra drenge:

> "Man får lidt tid til at slappe af ovenpå frikvarteret, man bliver ikke så forvirret."

> "En udmærket måde at slappe af på og lade op til timen."

"Timen bliver mere afslappet, mere hyggelig."

Vi kan konkludere, at den ovenfor anførte måde at anvende musik på forbedrer undervisningsklimaet for alle eleverne. De ydre rammer, d.v.s. indretningen af lokalet, er nok vigtigere for pigerne end for drengene. Ligeledes er et dybere kendskab til læreren personligt også vigtigt for, at specielt pigerne føler sig trygge i indlæringssituationen.

8.6. BEVIDSTGØRELSE OM EGNE FØLELSER I INDLÆRINGEN.

"Elevernes følelser kan ikke efterlades udenfor klasseværelset eller laboratoriet sammen med frakkerne."
(Jeffry V. Mallow 1986)

Erfaringer fra projektet.

Man får mere ud af indlæringen, hvis man i enhver indlæringssituation bevidst tænker over, hvad man har lært, og hvilke konsekvenser det vil få.

Hvis eleverne efter ethvert undervisningsforløb skal "stå til regnskab for", hvad de fik ud af det, og hvilke følelser de havde undervejs, vil de være mere bevidste og motiverede i selve indlæringssituationen.

Vi har ladet eleverne evaluere ethvert undervisningsforløb både skriftligt og mundtligt. Ved at foretage den skriftlige evaluering først får alle eleverne - også de tilbageholdende piger - lejlighed til at udtale sig, og iøvrigt har de så fået mulighed for at gennemtænke svarene til den mundtlige evaluering i fred og ro. Pigerne viser sig at være meget mere omhyggelige i deres besvarelser af evalueringsskemaerne end drengene. Det er naturligvis af allerstørste vigtighed, at elever-

ne i de næste forløb kan mærke, at læreren har taget højde for deres kritikpunkter fra det foregående forløb.

Vi foreslår eleverne at de, hver gang de beskæftiger sig med et emne, en formel, et eksperiment eller lignende, noterer sig, hvad de føler, både de positive og de negative ting, således at de såvidt muligt "har sig selv med" i alt, hvad de indlærer.

Nogle af eleverne følger vores råd. Vi ser det f.eks. i konklusionerne på deres fysikrapporter.

En 1.g elev skriver, som afslutning på en rapport:

> "Følelser: Jeg følte utilfredshed med målingerne. De var ikke omhyggelige (p.g.a. tidsnød) og resultaterne var, efter min opfattelse ikke stabile nok. Dette gjorde at graferne blev svære at tegne og et mærkværdigt syn, da punkterne var blevet forbundet. Det var dog en dejlig fornemmelse, da begge graferne endte i stuetemperaturen efter 15 minutter."

En anden 1.g elev skriver:

> "Irriterende forsøg p.g.a. de mange afvigelser. Det ville ikke altid som vi ville."

En tredie elev skriver efter et gruppearbejde:

> "Jeg var glad for gruppearbejdet, forsøget var det sjoveste, men der var for mange skænderier i gruppen, ny gruppe næste gang !"

Kan vi bruge erfaringer fra USA ?

Vi har i artikler og bøger af amerikanerne Sheila Tobias og Jeffry Mallow (Tobias 1985, 1978; Mallow & Greenburg 1983; Mallow 1986) set beskrevet, hvordan de på deres "klinikker" behandler studerende, der lider af matematik- og/eller naturvidenskabsangst. Selv om ordet "klinik" i denne forbindelse virker afskrækkende på os, så foregår der på disse "klinikker"

blot en slags kurser. En del af de principper og metoder, der bliver anvendt på disse kurser, vil vi kunne bruge i det danske undervisningssystem. Da der er mange fælles træk ved matematikangst og naturvidenskabsangst, hvilket vil fremgå af det følgende, har det også betydning at se på matematikangst i forbindelse med fysikundervisningen.

SHEILA TOBIAS skriver i sin bog, at hun selv er en af de personer, der har undgået at have berøring med matematik, indtil hun var 30 år. Hun er uddannet inden for humaniora. I 70erne gik det op for hende, at piger undgår matematik, fordi de socialiseres til det. Dette førte til, at Sheila Tobias i 1974 begyndte sin kampagne mod "math-avoidance". Hun ville overbevise mænd og kvinder om, at deres frygt for matematik er resultatet af og ikke årsagen til deres negative erfaringer med matematik, og hun ville opmuntre dem til at give sig selv en chance til. Efter mange timers observation i matematik erkendte Sheila Tobias, at det er følelserne, der er hovedårsagen til problemerne, selvom vi oftest formodes at efterlade følelserne udenfor matematiklokalet!

Der er siden 1974 lavet adskillige "matematikangst-klinikker" i USA. På klinikkerne bruges lidt forskellige metoder, men fælles for dem er, at der altid er både en psykolog og en matematiklærer, der leder kurserne. Bag de forskellige metoder ligger den hypotese, at hvis matematikangst er indlært (i modsætning til medfødt), kan den også aflæres. Man har fra de forskellige klinikker gode erfaringer for dette. De fleste klinikker er tilknyttet universiteterne og beregnet for de studerende, hvis uddannelser kræver et eller flere matematikkurser. Et kursus på klinikken strækker sig normalt over ca. 6-7 uger, og det består af ugentlige 90-minutters sessioner.

Der indgår følgende i kurserne:

- samtaler med kursisterne, der skal føre frem til, at disse bliver bevidste om, hvad det var, der fik dem til at få matematikangst.

- man prøver at lære de studerende, hvordan de skal udtrykke, samt holde rede på, deres følelser og tanker, mens de prøver at løse matematiske problemer. De får besked om at dele siden op på langs. På den ene del skal de skrive, hvad de føler (f.eks.: "det er netop denne type problem jeg ikke kan løse"), mens de på den anden del skal prøve at løse problemet. De studerende bliver gjort opmærksomme på, at de aldrig må opgive at løse et problem, før de har noteret, hvad det var, der gjorde problemet uløseligt for dem. Man håber, at dette resulterer i, at de studerende får indøvet en systematisk selvobservation, og at de desuden lærer at kontrollere deres egne følelser.
- man underviser de studerende i, hvordan de skal læse en matematiktekst.
- man træner de studerende i afspænding og i at gøre sig ufølsomme overfor nervøsitet, der opstår i klasseundervisningssituationer.
- man laver selvsikkerhedstræning med de studerende, således at de får bedre kontrol over deres egen indlæringshastighed og indlæringsstil.

Erfaringerne fra klinikkerne viser, at det ikke kun er manglende selvtillid, der får studerende til at opsøge klinikkerne, selv om dette næsten altid er symptomet. Ofte opfatter de studerende matematik som et stift fag, der bliver præsenteret for dem på en autoritativ måde, og som en ubevidst reaktion herpå vil nogle mennesker føle matematikangst eller helt afvise matematik.

De kurser, der har haft størst succes, er dem, hvor kursisternes eneste dårlige fag er matematik. Det viser sig, at der indenfor denne gruppe af kursister er flest hvide kvinder og mandlige studerende fra minoritetsgrupper. Det tyder på, at matematikproblemet er et kultur/selvtillidsproblem.

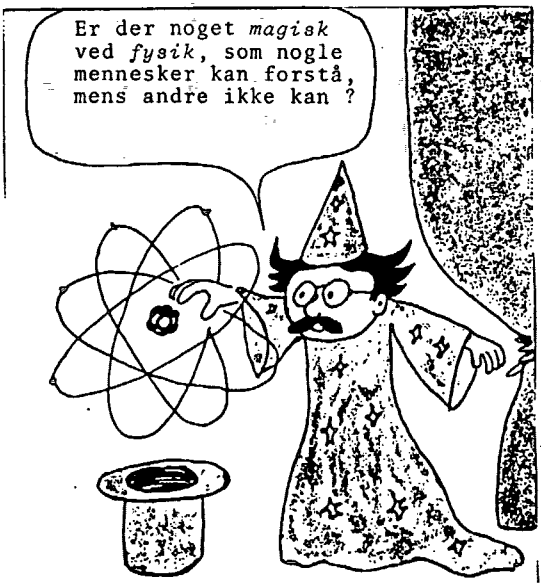
Vi kan af Sheila Tobias' erfaringer lære, at de fleste undervisere godt ved, at følelserne influerer på indlæringen, men at det er de færreste, der tager tid ud af undervisningen til

at bearbejde følelserne. De fleste mener ikke de har tid, pensum skal jo nås.

På en skole i New York har man eksperimenteret med en matematik-klinik, hvor "high-school"-elever blev taget ud af deres almindelige matematikundervisning én ud af tre timer om ugen for at mødes med to matematikterapeuter. Emnet for de specielle timer var følelser og matematik. Eleverne fik ikke matematikundervisning i disse timer. Matematiklæreren var på forhånd bange for, at hendes elever ville komme fagligt bagefter, da de mistede 1/3 af undervisningstiden. Imidlertid nåede eleverne mere i de to timer, hun havde dem nu, end de havde lært i de tre, hun havde dem tidligere. Det skyldtes, at de havde overvundet nogle af de negative følelser, der holdt dem fra at lære matematik.

JEFFRY MALLOW, professor i fysik på Loyola Universitetet i Chicago, holdt i 1974 et kursus om astronomi og fysik for biologi- og samfundsvidenskabsstuderende. Ved dette kursus erfarede han, at en del af de studerende, der iøvrigt var dygtige til deres hovedfag, blokerede fuldstændigt overfor indlæring på hans kursus. På denne baggrund, og inspireret af Sheila Tobias' succes med matematik-klinikkerne, oprettede han i 1976 den første "science-anxiety clinic" på Loyola Universitetet.

Mange af de studerende, der kommer til science-klinikkerne, har også matematikangst, men en del af dem er alene bange for science. Der er naturligvis mange ligheder mellem de to angstformer, blandt andet beskæftiger begge fag sig med kvantitative metoder. I matematik lærer man metoder, som i de naturvidenskabelige fag skal bruges på virkelige fænomener. Desuden bygger de naturvidenskabelige fag på eksperimenter, hvilket for nogle mennesker skaber laboratorieangst. Derudover siger Mallow (1986):



"Alle mennesker er afhængige af naturvidenskaben og dens konsekvenser som f.eks.: medicinsk teknik og kemikalier, som både er vigtige og skadelige, eller kerneenergi, kernevåben, transistorer og integrerede kredse, som alle på en eller anden måde påvirker vor dagligdag. Men mange mennesker har sørget for at undgå at lære noget om disse tekniske "vidundere", fordi de er "bange" for den naturvidenskab, de er baseret på.

Paradoksalt nok, og meget uheldigt, synes denne frygt for konsekvenserne af naturvidenskab at producere en frygt for at lære naturvidenskab, som placerer folk endnu mere i naturvidenskabens og teknologiens magt."

De metoder, der anvendes på science-klinikkerne, minder meget om dem, der anvendes på matematik-klinikkerne. Kurserne ledes

altid af to personer, en mand og en kvinde, hvoraf den ene er psykolog og den anden er naturvidenskabeligt uddannet.

En ting, som Mallow har lært af sit arbejde på klinikken, er, at en primær kilde til studenternes angst for naturvidenskab er, at de tror, de skal læse en naturvidenskabstekst på samme måde som en humanistisk tekst. Det betyder, at hvis de ikke kan leve op til det, tror de, at det er fordi, der er noget i vejen med deres intelligens. Man må fortælle de studerende, at man for at forstå en matematisk eller naturvidenskabelig tekst skal læse denne langsomt og grundigt og gøre notater til. Desuden får man ofte først den dybere forståelse af teksten, når man har anvendt indholdet på opgaveløsning. Der er altså behov for at lære de studerende, hvordan man læser en naturvidenskabelig tekst, samt undervise dem i problemløsningsmetoder.

En anden opgave på science-klinikkerne er at hjælpe de studerende med at føle sig trygge ved modellerne af naturen, samtidig med at de skal huske, at det kun er modeller.

Da afslappelse er inkompatibelt med angst, kan de ikke være til stede samtidigt, d.v.s. det første trin på vejen til at slippe af med angsten er at lave afspændingstræning. Man træner de studerende i at slappe af i typisk angstfremkaldende situationer, såsom hvis de arbejder i laboratoriet med en opstilling, og der samtidigt står en instruktor og ser på, eller f.eks. i testsituationer.

Mallow mener, at studerendes manglende evner til at anvende formel tænkning i nogle tilfælde kan skyldes deres angst for faget. Han mener, at en sådan angst kan bevirke, at formelt tænkende studerende i visse situationer går tilbage til den konkrete kognitive fase (jvf. kapitel 3).

Mallow kommer i sin bog med nogle forslag til, hvad science-lærerne kan gøre for at forhindre, at angsten for faget opstår.

For det første skal læreren anvende undervisningsmetoder, der involverer alle eleverne.

Læreren skal være forsigtig i sin brug af audiovisuelle hjælpemidler. Brugen af lysbilleder og transparenter til at præsentere materiale, der kunne have været præsenteret ved hjælp af tavle og kridt, kan være farlig. Grunden til, at det ofte er bedre at bruge tavlen, er dels, at stoffet her kan præsenteres på en mere dynamisk måde, men det betyder også, at læreren gennemgår stoffet langsommere. Hvis man bruger lysbilleder og transparenter for at stofgennemgangen skal blive hurtigere og mere effektiv, vil det ofte være angstfremkaldende. Derudover bliver eleverne mere passive, såsnart de skal være "observatører" (ligesom i en biograf). Læreren har ikke længere øjenkontakt med eleverne, og han har derfor ingen måder, hvorpå han kan "måle" om materialet bliver forstået.

Læreren skal være på en sådan måde, at eleverne kan opfatte ham/hende som en realistisk faglig rollemodel, ved f.eks. at udsende signalet: "Dette science-fag er noget jeg har måttet lære, du kan også lære det, fordi du er ikke så forskellig fra mig". Læreren må selvfølgelig ikke udsende signalet: "Jeg er klogere end du, jeg blev født klogere, og du kan ikke gøre noget for at forstå science så godt som jeg gør". Hvis læreren svarer respektfuldt på alle spørgsmål, ligegyldigt hvor simple de er, er han/hun en god rollemodel. Men hvis læreren siger: "Vi har ikke tid til spørgsmål" eller "jeg kan ikke forklare det simplere", er han/hun en dårlig rollemodel, der kan føre til naturvidenskabsangst.

Der er tilsyneladende flere kvinder end mænd, der lider af naturvidenskabsangst. Det kan skyldes, at det ikke er så svært for kvinder at "indrømme", at de er bange for "naturvidenskab", da det passer til den kvindelige kønsrolle. Men det kan også skyldes at flere kvinder end mænd i deres opdragelse mangler erfaringer indenfor fysik/naturvidenskab. Udover kvinder er der forholdsvis mange fra etniske minoritetsgrupper (d.v.s. farvede), der opsøger science-klinikkerne. Man har på science-klinikkerne, ligesom på matematik-klinikkerne, opnået

de bedste resultater med hvide kvinder og farvede mænd, som har succes i de andre fag.

Konklusion:

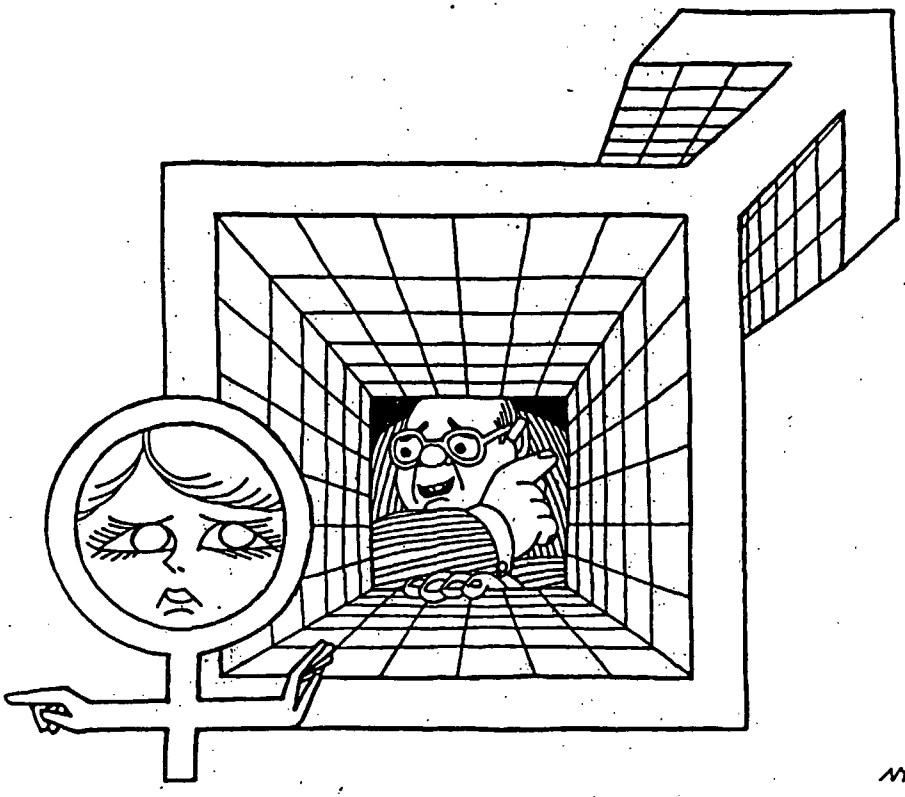
Vi kan måske ikke direkte bruge erfaringerne fra USA med matematik- og naturvidenskabsangst-klinikker. Men vi kan anvende mange af de metoder, de bruger på klinikkerne. De har erfaret, at man kan mindske elevernes angst (blokeringer) overfor fagene, hvis man lærer dem, hvordan man skal læse en naturvidenskabelig tekst. Desuden er det af stor vigtighed at lære eleverne opgaveløsningsteknikker. At det er væsentligt at skabe et trygt undervisningsklima for at indlæring kan finde sted, får vi underbygget af de amerikanske erfaringer.

8.7. SAMMENFATNING.

Vi kan ikke direkte stille kravene op til en pædagogik, der passer bedre til pigernes behov end den nuværende. Vi mener dog at have erfaret, at en pædagogik, der vil være bedre for alle eleverne, er en, hvor man lærer eleverne at integrere intellekt og følelse i indlæringen. Man skal lære eleverne at være bevidste om egne følelser i indlæringssituationen. Herved giver man dem en chance for at tage ansvaret for deres egen læreproces, således at de selvstændigt vælger at lære.

Den vigtigste baggrund for at opnå denne integration er, at der skabes et trygt undervisningsklima, hvor der tages lige meget hensyn til alle eleverne, og hvor de alle kan stille spørgsmål uden frygt for at føle sig dumme eller til grin. Det betyder, at der skal vises samme respekt for alle. Til at skabe dette trygge klima hører bl.a., at eleverne løbende får mulighed for at evaluere undervisningen, og at de får respons på deres kritik.

Hvis man føler sig tryg, tør man kaste sig ud i indlæringen af nye og spændende ting.



Del IV: UDDANNELSE:

SORTERING OG KVALIFICERING.

KAPITEL 9.

Køn og uddannelsesvalg.

9.1. INTRODUKTION.

I de senere år har der i den offentlige og politiske debat været stor interesse for ligestillingsspørgsmål. Man kan stille spørgsmål om, hvad årsagerne kan være til det.

Det er nok naivt at tro, at der bare er tale om interesse for ligestillingsspørgsmålet i sig selv. Idealistiske tanker om menneskers lige rettigheder og pligter i samfundet har givet betydning for mange af de synspunkter, der fremføres, men baggrunden for interessen for spørgsmålet skal nok også findes i andre hensyn.

I rapporter over udviklingen på arbejdsmarkedet meldes der om stor og stigende arbejdsløshed i traditionelle kvinde-fag. En del af denne arbejdsløshed hænger sammen med rationaliseringer i forbindelse med ny teknologi på kontorområdet, og en del hænger sammen med, at mange kvinder er beskæftiget som ufaglærte, der har vanskeligt ved at finde beskæftigelse, når produktionen omlægges.

I Steffen Møller-udvalgets rapport (1986) forudsiges en fremtidig mangel på arbejdskraft inden for en række områder, hvor mænd traditionelt har domineret billedet. Med det lave antal børnefødsler igennem en lang årrække har man set, at det kan blive vanskeligt at få nok mandlig arbejdskraft til flere tekniske områder, hvorfor interessen har vendt sig i retning af at få kvinder til at gå ind og fylde de ledige pladser her.

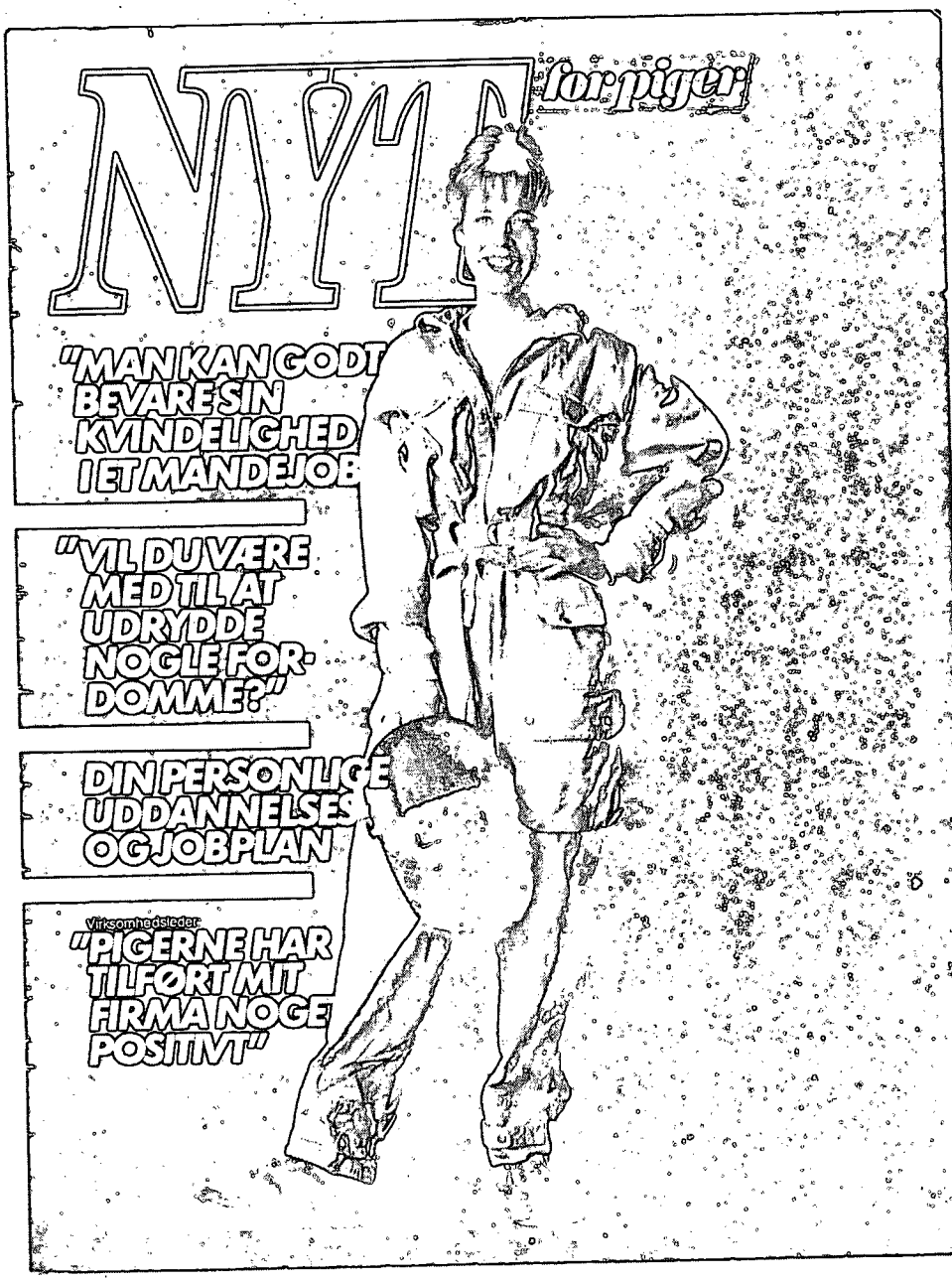
Bag flere af de synspunkter, der fremføres i denne debat, ligger tilsyneladende en tro på, at holdninger er en vigtig del af årsagen til de kønsmæssige skævheder, som forskellige kræfter nu prøver at formindske. Samtidig er der en tro på, at disse "forkerte" holdninger hos de unge piger (eleverne), forældrene og arbejdsgiverne kan ændres.

Store forventninger

Pol. 18/1-87

Arbejdsgiverne hævder at det som regel er fædrene, der er modstandere af at deres døtre vælger mandejobs.
— Du vidste jo godt, at far helst ville have at du blev stewardesse, fordi du ligner Janni Spies.

Jernets Arbejdsgiverforening sammen med Dansk Arbejdsgiverforening er gået ind med millioner af kroner i store kampagner med det formål at få flere unge piger til at tage en uddannelse til et traditionelt mandejob. Disse organisationer har således givet et ikke uvæsentligt bidrag til den offentlige debat om ligestillingsspørgsmålet. Det er imidlertid relevant at spørge, hvor sikkert grundlaget for disse kampagner er.


NYT for piger
"MAN KAN GODT BEVARE SIN KVINDELIGHED I ET MANDEJOB
"VIL DU VÆRE MED TIL AT UDRYDDE NOGLE FORDOMME?"
DIN PERSONLIGE UDDANNELSES OG JOBPLAN
Virksomhedsleder:
"PIGERNE HAR TILFØRT MIT FIRMA NOGE POSITIVT"

Om der overhovedet bliver mangel på arbejdskraft med teknisk naturvidenskabelige kvalifikationer, og i bekræftende fald, hvor stor den bliver, er ikke til at sige med bestemthed. Nogle af læreanstalterne med naturvidenskabelige uddannelser, som f.eks. Københavns Universitet og Danmarks Tekniske Højskole, oplever imidlertid i disse år noget i retning af en rekrutteringskrise i den forstand, at man kunne ønske sig såvel større søgning af studerende som højere kvalifikationer hos de, der søger.

I andre industrialiserede lande opleves tilsvarende behov for øget og forbedret tilgang til tekniske og naturvidenskabelige studier, og f.eks. i USA har det ført til en større undersøgelse, hvis resultater er beskrevet i rapporten "A Nation at Risk" (CACM 1983). Undersøgelsen er siden fulgt op af forslag og krav om ændringer i skoleundervisningen, hvor de grundlæggende skolefærdigheder som læsning, skrivning og regning sammen med naturvidenskabelige fag søges styrket.

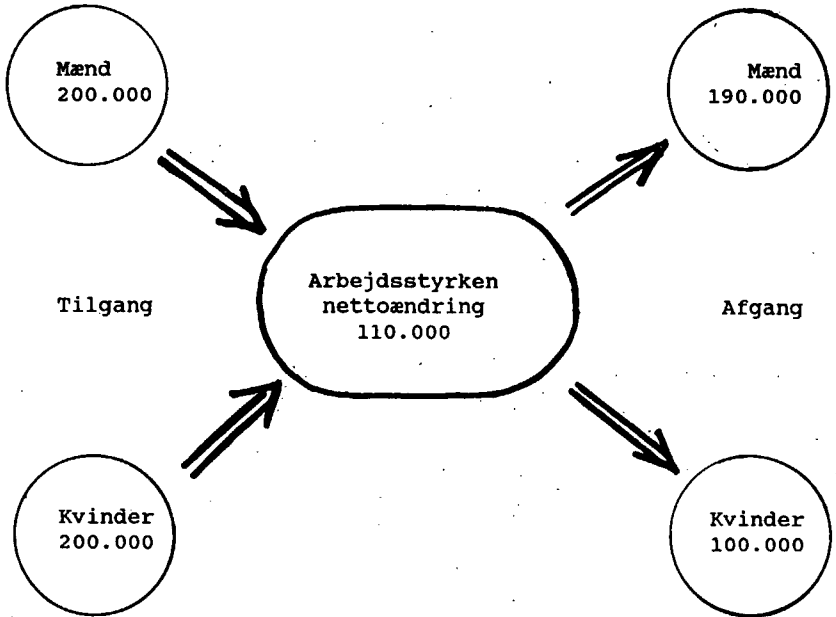
Erhvervsbladet · 29. okt. 1985

Problem at for få kvinder uddanner sig som ingeniører

Flere kvindelige ingeniører ville betyde mere brugervenlig teknologi, siger formanden for Dansk Ingeniørforening

Om der bliver ved med at være stor og stigende arbejdsløshed i traditionelle kvinde-fag, afhænger bl.a. af politiske beslutninger angående den offentlige sektors størrelse, herunder på omsorgsområdet, som søges af mange kvinder. Hvis det besluttes politisk, at ekspandere på dette område, vil det selvfølgelig betyde, at flere kvinder vil kunne komme i arbejde. Det er imidlertid mere end tvivlsomt, om en sådan ekspansion (hvis

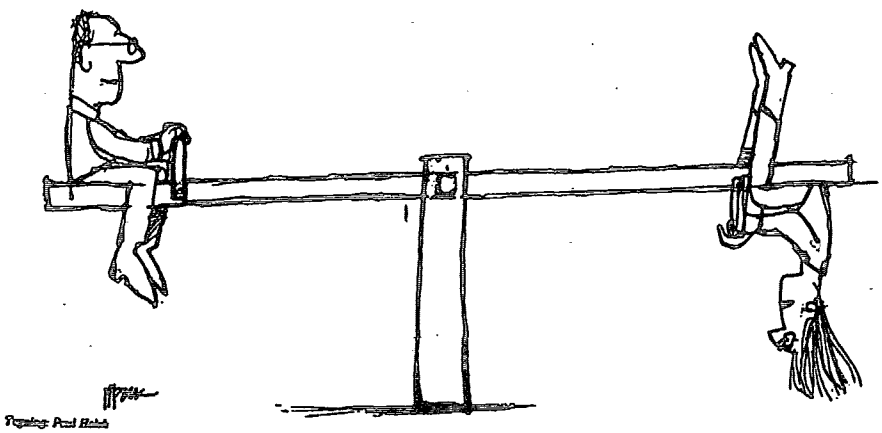
den besluttes) vil kunne ske i samme takt som den kvindelige andel af arbejdsstyrken vokser (figur 9.1).



Figur 9.1. Tilgang og afgang til arbejdsstyrken 1984-90. Figuren stammer fra Dansk Arbejdsgiverforening: "Fremtidsjob for Kvinder" (1985). Tallene viser, at der er et problem med at finde beskæftigelse i fremtiden for unge og ældre kvinder.

Det at ændre søgningsmønsteret til forskellige uddannelses- og erhvervstyper er ikke alene et spørgsmål om at ændre holdninger hos de unge, hvilket kan være vanskeligt nok i sig selv. Holdningerne, samfundet som helhed har til, hvad der er passende for de to køn, er grundfæstet med solide rødder i hele vor historie og kultur, og de gennemsyrer vores opdragelsestradition og skole. Der er således brug for at ændre selve kønsrollemønsteret. Men der er også brug for konkrete ændringer på arbejdsmarkedet (arbejdsmiljø, arbejdsforhold i øvrigt), på de videregående uddannelsesinstitutioner og i skolen (undervisningens indhold og form, lærerforventninger og studiemiljø samt strukturelle rammer).

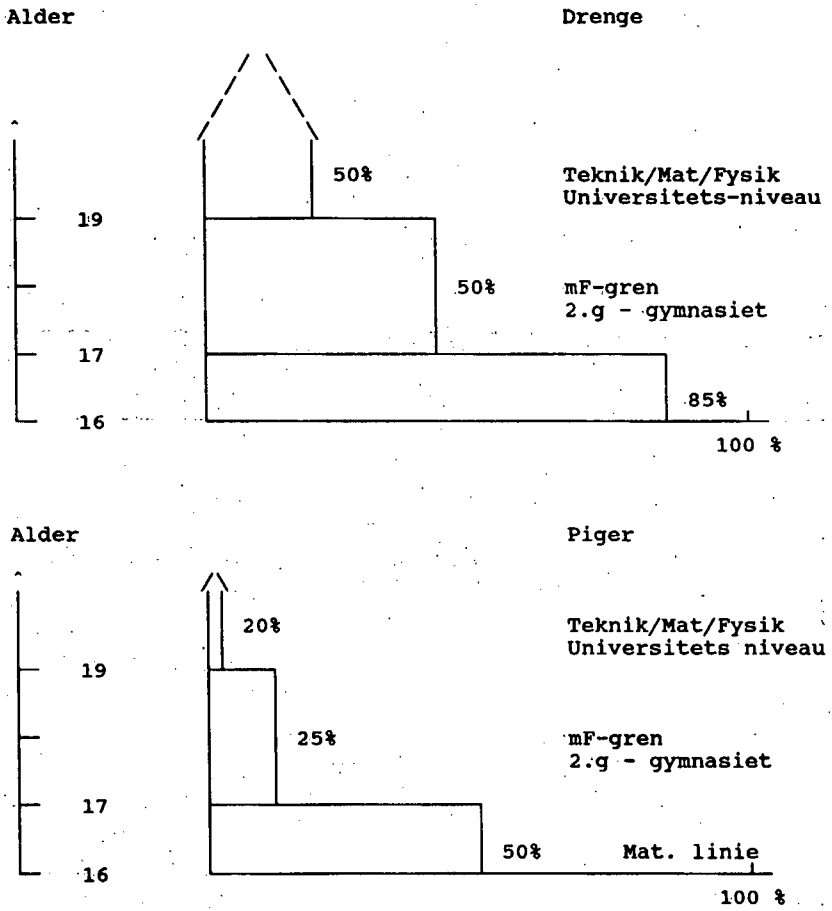
Selve strukturen af uddannelsessystemet har betydning for den kønsopdeling, man ser på arbejdsmarkedet. Den har betydning i kraft af de valg, der skal træffes, og som fører til en opsplitning efter køn. Disse forhold vil vi diskutere i slutningen af dette kapitel, men først vil vi dokumentere, at uddannelsessystemet faktisk fungerer på denne måde, og vi vil analysere, hvorfor det har denne virkning.



Gymnasiet er naturligvis kun en del af hele sagen, men det er i gymnasiet, vi har vores daglige virke og derfor tager vi vort udgangspunkt her. Når det gælder spørgsmålet om rekrutteringen til de videregående uddannelser med indhold af matematik, fysik og tekniske fag, så er gymnasiets sorterende virkning ialtfald væsentlig. På figur 9.2 har vi vist, hvordan valgprocessen, der er en funktion af uddannelsessystemets struktur, bevirker en trinvis forstærket opsplitning af kønnene ved hvert valg mod en teknisk-naturvidenskabelig uddannelse.

Når der skal vælges linie ved indgangen til gymnasiet i en alder af 16 år vælger langt de fleste af drengene (85 %) at gå på matematisk linie, mens pigerne fordeler sig med halvdelen til matematisk og halvdelen til sproglig linie. Ved grenvalget før 2.g er der ikke alene en mindre andel af pigerne, der kan vælge matematisk-fysisk gren, men procentdelen af pigerne

Valgprocessen mod en teknisk - naturvidenskabelig uddannelse.



Figur 9.2. Vejen mod en teknisk naturvidenskabelig uddannelse fører gennem 3 valg. Ved hvert valg falder ikke blot antallet af piger i forhold til drenge, men procentdelen af pigerne, der går videre , er kun det halve af procentdelen af drengene, der går videre.

på matematisk linie, der faktisk vælger det, er også kun det halve af procentdelen hos drengene. Ved indskrivningen til universiteternes teknisk-naturvidenskabelige studier to år senere er denne tendens yderligere forstærket, så nu kun en femtedel af pigerne fra mat-fys grenen, mens halvdelen af drengene vælger at fortsætte med studier på dette område.

9.2. TILGANGEN TIL GYMNASIET.

Stadig flere unge går længere tid i skole. Det gælder både piger og drenge. Som det kan ses af figur 9.3 har elevtilgangen til gymnasiet været stigende siden århundredskiftet, og siden 1970 har pigerne udgjort over 50 % af eleverne i gymnasiet og på HF.

Gymnasiet og HF søges nu af knap 40 % af en årgang, fordelt med 30 % til Gymnasiet og 10 % til HF. I enkelte kommuner i Nordsjælland kan det være indtil 70 % af de unge, der vælger Gymnasiet.

Indtil 1960 har adgangsvejen til gymnasiet gået over en mellemskoleeksamen, og omkring 20 % fortsatte i gymnasiet efter mellemskoleeksamen. Afskaffelsen af realeksamen med skoleloven af 1975 er en del af forklaringen på den stigende tilgang til gymnasiet i de senere år. Den er også en del af forklaringen på det ændrede mønster ved grenvalget, som ses fra 1977/78.

Adgangskravene til forskellige uddannelsesinstitutioner er steget i takt med, at de unge gennemfører en længere skolegang. Mange piger, der tænker på at blive sygeplejersker, melder sig til gymnasiet og stiler mod at tage en naturfaglig studentereksamen, for at kunne komme på sygeplejeskole. Det er muligt at blive optaget på en sygeplejeskole med udvidet afgangsprøve fra 10. klasse, men adgangsbegrænsningen betyder, at mange prøver at skaffe sig bedst mulige formelle kvalifika-

Andelen af hver årgang unge, der har bestået forskellige skoleeksaminer siden 1900.

	Mellemskole-eksamen			Realeksamen, preliminær og pigeskoleeksamen.			Studentereksamen og HF-eksamen		
	Drenge %	Piger %	Tot. %	Drenge %	Piger %	Tot.	Drenge %	Piger %	Tot. %
1901	.	.	.	4	2	3	2	0	1
1911	.	.	.	6	4	5	3	1	2
1915	8	5	7	6	5	6	3	1	2
1921	8	6	7	7	6	6	3	1	2
1930	11	9	10	8	7	7	4	2	3
1940	16	15	16	12	12	12	4	3	3
1950	22	23	23	15	15	15	6	4	5
1960	32	35	34	23	27	25	8	6	7
1965	.	.	.	26	31	28	11	9	10
1975	.	.	.	35	46	40	24	26	25
1977	.	.	.	39	51	45	23	29	26
**********									
1981	.	.	.	.	.	.	21	31	25
1984	.	.	.	.	.	.	24	38	31

Figur 9.3. Tabellen viser, hvor stor andel af hver årgang unge, der har bestået forskellige skoleeksaminer, opdelt på køn. Udvalgte år 1901-1977. (Fra "Levevilkår i Danmark", 1980). Tallene fra 1981 og 1984 er fra Statistiske Efterretninger 1983 og 1987.

tioner. Mere end 3/4 af de, der optages på sygeplejeskolerne har studentereksamen eller HF.

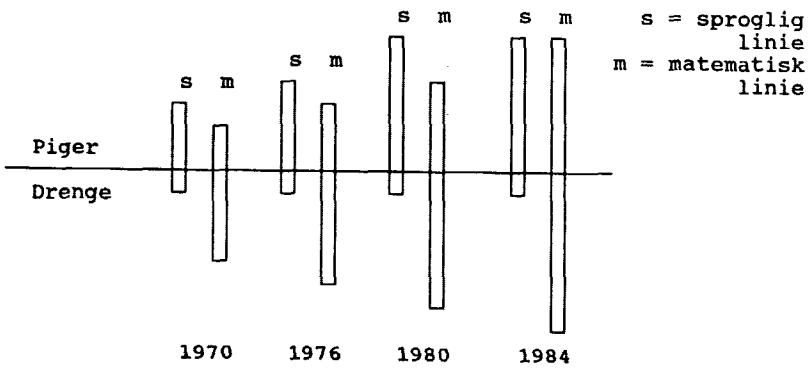
Generelt har samfundsudviklingen betydet, at forældrene prøver at sikre deres børn gode fremtidige livsvilkår og gode muligheder for at få en uddannelse ved at give dem en lang skolegang.

I slutningen af 9./10. klasse i folkeskolen vælger flere piger end drenge at fortsætte med en teoretisk almen ungdomsuddannelse - de vælger at fortsætte i Gymnasiet eller HF. Det er ikke ensbetydende med, at pigerne dermed sikres en bedre ud-

dannelse. En hel del af drengene vælger EFG-uddannelser med god fremtid i.

9.3. PIGERS OG DRENGES LINIEVALG.

Når der ved indgangen til gymnasiet skal vælges mellem matematisk og sproglig linie, vælger godt halvdelen af pigerne (i 1984: 51 %) matematisk linie, og næsten alle drengene (84 %) gør det.



Figur 9.4. Figuren illustrerer, hvor mange henholdsvis drenge og piger, der har valgt den sproglige linie og den matematiske linie i perioden fra 1970 til 1984 (Beyer et al. 1983a; Danmarks Statistik).

Den matematiske linies popularitet gør den næsten imperativ for drengenes vedkommende, mens pigerne i lige stort tal vælger sproglig og matematisk linie.

Elevbegrundelser for valg af den matematiske linie.

Vi spurgte 57 piger og 49 drenge i 1.gm i starten af skoleåret, hvorfor de havde valgt matematisk linie. De fortalte i mindre grupper om deres overvejelser, og de udfyldte et skema med spørgsmål om begrundelser for valg af matematisk linie.

"Hvorfor valgte du matematisk linie ? "

Pigesvar:

"Fordi fysik og kemi interesserer mig, da der er logik i det meste. Desuden synes jeg at sprog - specielt tysk - er uendelig kedeligt. Det falder mig naturligt at løse ligninger, ikke at bøje tyske verber!"

"Fordi jeg gerne vil være læge."

"Fordi jeg nok er bedre til matematik end til sprog, og fordi jeg regner med at få brug for matematik senere."

"Fordi sprog ikke interesserer mig."

"Matematik, fysik og kemi interesserer mig."

Drengesvar:

"Fordi jeg vil være ingeniør."

"Fordi jeg er god til matematik og dårlig til sprog, og fordi jeg vil være student - det lyder flot!"

"Fordi matematik og fysik interesserer mig, og fordi jeg mener, der er mest fremtid i det."

"Fordi sprog er så indviklet."

"For at undgå tysk."

Der var nogle begrundelser, der gik igen mange gange. I skemaet figur 9.5 (næste side) har vi vist en optælling af begrundelserne efter typiske kategorier.

BEGRUNDELSE FOR LINIEVALG	Piger	Drenge
Videreuddannelse	32 %	29 %
Bedre til mat. end til sprog	14 %	20 %
Mat. er spændende/interessant	58 %	37 %
Fravalg af sprog	14 %	29 %
Tilvalg af fysik	37 %	20 %

Figur 9.5. Procenterne er beregnet i forhold til det samlede antal pigesvar og det samlede antal drengesvar. Da et svar kan indeholde flere begrundelser summeres der til mere end 100 % i hver kolonne.

For en trediedel af både piger og drenge er deres videreuddannelse en begrundelse for linievalget. Den matematiske linie giver gode muligheder for videreuddannelse i såvel drenges som pigers øjne.

For både drenge og piger er interessen for matematik en væsentlig faktor ved linievalget. Over halvdelen af pigerne og knap halvdelen af drengene synes, at matematik er spændende/interessant.

Blandt pigerne er der færre, der giver deres evner for matematik som begrundelse for at vælge matematisk linie. Det har vi set bekræftet ved andre lejligheder, og det hænger bl.a. sammen med, at pigerne generelt ikke har samme selvtillid som drengene. De har, som det vil fremgå af det følgende, heller ikke helt så gode karakterer i mat-fys fagene som drengene.

For en del af eleverne har linievalget helt eller delvis været et fravalg. Sprog vælges i højere grad fra af drengene end af pigerne.

Overraskende nok fandt vi, at flere piger end drenge siger, at der var tale om et tilvalg af fysik. Ved andre tilsvarende

undersøgelser har vi fundet, at det ikke er typisk for piger at begrunde deres valg af matematisk linie med interesse for fysik, mens det ikke er så ualmindeligt for drenge.

Vore resultater bekræfter stort set resultaterne fra Gymnasie-Fysik projektet ved Aarhus Universitet. I denne undersøgelse blev 725 gymnasieelever spurgt om deres begrundelser for linievalg (Nielsen & Thomsen 1983).

På matematisk linie er der flere drenge, som begrunder deres linievalg negativt. Det modsvares iflg. Henry Nielsen og Poul V. Thomsen på sproglig linie af et større antal piger, der vælger med negativ begrundelse.

Finn Verner Jensen og Jens Møller Pedersen ved AUC har analyseret linie- og grenvalget i gymnasiet for 3000 elever fra 20 gymnasier. (Jensen & Møller Pedersen 1985). Fra deres undersøgelse har vi følgende to oversigter.

	Modersmål	Sprog	Mat-fys	GNS	%-del
Drenge	8,82	8,75	9,25	9,05	46
Piger	9,12	9,04	8,84	9,07	54

Figur 9.6. Figuren viser middelværdier af karaktererne i 9. klasse for de piger og drenge, der går i gymnasiet (Jensen & Møller Pedersen 1985).

Man ser af figur 9.6, at pigerne udgør en større andel (end drengene) af dem, der går i gymnasiet, og at drengene ved indgangen til gymnasiet står karaktermæssigt stærkere end pigerne i mat-fys, mens pigerne omvendt står stærkere end drengene i sprog.

		Moders-mål	Sprog	Mat-fys	GNS	%-del af køn
Sproglig linie	Drenge	9,10	9,22	8,49	8,93	11
	Piger	9,12	9,18	8,47	8,98	48
Matematisk linie	Drenge	8,79	8,69	9,35	9,06	89
	Piger	9,12	8,91	9,17	9,16	52

Figur 9.7. Figuren viser middelværdier af karakterer i 9. klasse for de drenge og piger, der går på henholdsvis sproglig og matematisk linie.

Figur 9.7 viser, at der ikke er nævneværdig forskel på karaktererne hos de piger og drenge, der vælger sproglig linie. På matematisk linie er pigerne karakteriseret ved et højere gennemsnit, både i forhold til de piger, der vælger sproglig, og i forhold til drengene på matematisk linie. Pigerne på matematisk linie har bedre karakterer i mat-fys end i sprog, men for drengene er forskellen større. (Drengene på matematisk linie har bedre karakterer i mat-fys end pigerne på matematisk linie). Det er sikkert en del af forklaringen på, at pigerne i vores undersøgelse ikke i samme udstrækning som drengene begrunder deres linievalg med, at de føler sig bedre til matematik end til sprog.

Drengene på matematisk linie har som sagt klart dårligere karakterer i sprog end i mat-fys. Det kan til dels forklare, at flere drenge end piger begrunder deres linievalg med, at de har ønsket at undgå sprogfag.

Det strider ikke mod drengenes selvbillede, ikke at kunne sprog. Det er såvel noget som drengene selv giver udtryk for som i overensstemmelse med omgivelsernes forventninger til drengerollen.

9.4. GRENVALGET PÅ DEN MATEMATISKE LINIE.

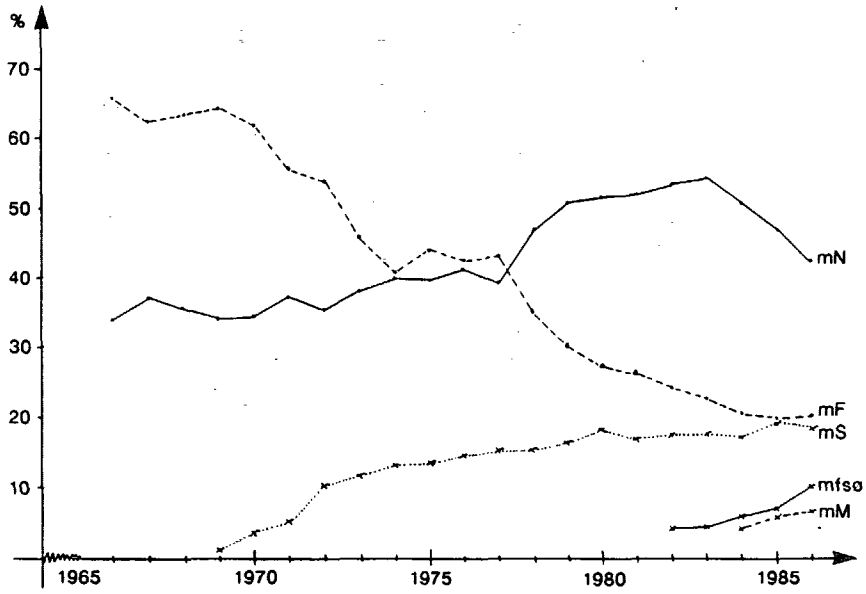
Pige: "Drengene er ligeså bange for ikke at vælge fysisk, som pigerne er for at vælge fysisk."

Dreng: "Det med fysisk, det er ligesom om, at det lyder lidt mere af - hvad skal man sige - drenge altså.

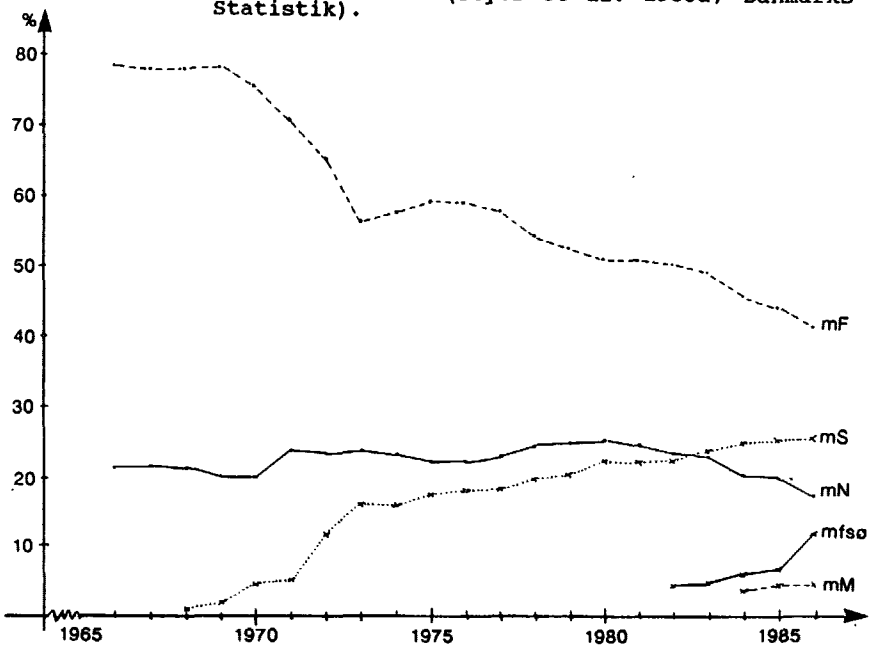
Pige: "En rigtig studentereksamen er en fysisk."

På de fleste gymnasier kan der i dag vælges mellem samfundsfaglig, naturfaglig og fysisk gren, jvf. skemaet s. 38. Den samfundsfaglige gren er den yngste, og den fysiske gren er den ældste. Siden oprettelsen af den naturfaglige gren er mF-grenens andel faldet, og faldet er fortsat efter oprettelsen af den samfundsfaglige gren. På landsbasis vælger nu ca. halvdelen af drengene mF-grenen, mens kun lidt under 1/4 af pigerne vælger den. (Der er dog store variationer fra skole til skole.)

Siden 1982 er der opblomstret forskellige forsøgsgrene på skolerne. Indtil 1985 var musikgrenens elever medregnet i forsøgsgrenenes elevtal, men i 1985 blev musikgrenens status ændret til en standardgren. En stor del af eleverne på forsøgsgrene har matematik på højt niveau (mK - kemikergrenen og matematik-engelsk-grenen). Disse grene har været de alternativer, der eksisterer for de elever, der godt vil have matematik på højt niveau, men ikke vil have fysik på højt niveau. I figur 9.8 betegner "mfsø" forsøgsgrenene på den matematiske linie.



Figur 9.8a. Figuren viser udviklingen i pigernes grenvalg i årene 1966-84 (Beyer et al. 1983a; Danmarks Statistik).



Figur 9.8b. Figuren viser udviklingen i drengenes grenvalg i årene 1966-84 (Beyer et al. 1983a; Danmarks Statistik).

Figurerne 9.8a og 9.8b viser udviklingen i grenvalgsmønsteret for piger og drenge. Det ses, at den gradvise fremvækst af mN-grenen og mS-grenen "forklarer" nedgangen i mF-andelen for begge køn frem til omkring 1977. Stigningen i elevtilgangen til gymnasiet og matematikpigernes ændrede grenvalgsmønster fra 1977/78 er formodentlig en følge af, at realeksamen blev afskaffet med den nye folkeskolelov fra 1975. (Realeksamen blev afholdt sidste gang i 1977.)

Grenvalgsmønsteret for piger og drenge på den matematiske linie kan lidt forenklet sammenfattes således:

> Mens over halvdelen af drengene fra 1.gm vælger mF, er det kun ca. en fjerdedel af pigerne, der vælger denne gren.
>
> For mN-grenen er det omvendt, således at denne vælges af over halvdelen af pigerne, men kun af ca. en fjerdedel af drengene.
>
> mS-grenen vælges af lidt over en femtedel af drengene og af lidt under en femtedel af pigerne.

Selvom en større del af pigerne end af drengene begrunder deres linievalg med interesse for matematik og for naturvidenskabelige fag, vælger en langt mindre del disse fag på højt niveau, når de 3/4 år efter starten i 1.g skal beslutte sig for, hvilken gren de vil følge.

Pigerne føler, at de skal være virkelig dygtige til matematik og fysik for at vælge mF-grenen. Ved at vælge denne gren afviger pigen i videst muligt omfang fra forventningerne. (Dette er helt parallelt til som dreng at vælge sproglig linie.)

Fordomme/forventninger omkring grenvalget.

I starten af 1.g spurgte vi i forbindelse med en større spørgeskemaundersøgelse vore elever:

> "Hvordan tror du, at eleverne i de nuværende 1.g klasser på denne skole vil fordele sig på grenene om et år ? "

Nogle af eleverne svarede ikke, da de ikke forstod, "hvordan de skulle kunne skrive om noget, de ikke vidste". Men de fleste kom med et bud, og forbløffende mange mente, at ca. en trediedel af pigerne ville vælge samfundsfaglig gren, hvilket er en del mere end hvad der traditionelt vælges på disse skoler. Ved et interview ved juletid viste vi eleverne deres klasses gæt på grenfordelingen sat op mod deres skoles faktiske grenfordeling de to foregående år, hvor flere havde valgt mN og færre havde valgt mS. Vi spurgte dem:

> "Hvorfor tror du, at så mange af jer mente, at så mange piger ville vælge mS-grenen ? "

Det gik igen i mange af svarene, at eleverne troede, at pigerne ville vælge mS-grenen, fordi de mente, den var lettest. Det gik også igen i svarene, at piger beskæftiger sig mest med sociale problemer, og at fysik ikke er noget for dem.

Svar fra piger:

"Fordi piger interesserer sig for samfundet"

"Fordi jeg kender nogle piger, der er mS, og fordi man ligesom siger, at piger egner sig til det - eller biologisk"

"Fordi jeg ikke tror, det er så krævende som fysisk."

"Fordi piger normalt virker mere optagede og interesserede i samfundet."

"Man hører så mange piger sige, at de vil samfundsfaglig, enten fordi det er der, man laver mindst, eller fordi de tror, de ikke kan klare andet."

"Man kan måske bedre klare sig, hvis man vælger mS."

"Jeg tror, det har noget med fordomme at gøre, altså man tænker, drenge - det er fysik, og drenge skal være sådan nogle super-overintelligente nogle i fysik, og piger skal tage sig mere af det samfundsfaglige, snakke med hinanden og sådan noget- det er bare en dum fordom - tror jeg nok."

"Fra mediernes side viser man faktisk kun mandlige professorer og overlæger og sådan noget, og så regner man med - det gør jeg altså ikke selv - at sådan ligger det over hele landet. At interessen for naturfaglig og fysisk gren bliver domineret af det mandlige køn. Og jeg tror, at piger i 1. og 2.g går mere op i det samfundsmæssige end i fysik og det naturfaglige."

"Det er et eller andet med, at piger beskæftiger sig mere med sociale problemer."

"Når man snakker med piger generelt, så virker de mere samfundsorienterede, mens drenge generelt er mere fysikere eller til nød naturfaglige - piger tænker mere på deres kommende hjem med to børn, og hvordan deres børn skal have det i samfundet."

"Jeg tror, jeg har sat samfundsfaglig og biologisk højst hos pigerne, også fordi jeg tror, der er lidt med det der, at fysik det er nok mest for drenge, jeg tror, jeg selv har lyst til at gå fysisk, men alligevel ligger det i een, at det ligesom er for drengene."

"Mere almindeligt, at drenge vælger mN eller mF."

<u>Svar fra drenge:</u>

"Jeg ved det ikke, jeg tror det er, fordi de føler, at de ikke vil gå mF, så er den eneste mulighed, de ser, samfundsfaglig, så kan det være, de senere finder ud af, at der er noget, der hedder naturfaglig, og så går de over til det i stedet for."

"Jeg tror bare, det er, fordi de fleste piger ikke kan lide fysik, man kan også se, at der ikke er så mange kvindelige fysikforskere."

"Jeg tror, det er fordi pigerne tror, at matematik og fysik er en slags mandefag, også fordi de fleste store fysikere og matematikprofessorer har været

mænd. Det er ligesom, det er drengene, der skal uddanne sig til den slags, og det er ikke noget for pigerne."

"Drenge kan lide matematik og fysik."

"Pigerne tror, at mS passer bedre til dem."

"Fordi jeg ofte synes, det er pigerne, der er med i diskussionerne."

Af interviewene i vores undersøgelse kan vi se, at mF-grenen generelt opfattes af eleverne som den gren, hvor arbejdsbyrden er størst, og hvor de flittige, tørre og kedelige elever går. Eleverne på mF-grenen siger selv, at de har meget at lave, og at der bliver arbejdet mere koncentreret i grenfagene end i stamklassefagene. De mener til gengæld ikke, at deres gren er "tør og kedelig".

Endvidere fremgår det af vore interview, at blandt drengene opfattes fysik og kemi som mere interessante og mere kompetencegivende end blandt pigerne. Drengene har i højere grad end pigerne en opfattelse af, at de vil få brug for disse fag i deres arbejde og tilværelse i øvrigt. Pigerne ved godt, at de formelt får brug for fagene til den uddannelse, som de ønsker sig, - det er blandt andet derfor, de har valgt matematisk linie, - men de forestiller sig ikke helt så klart, at de også reelt kan få brug for de kundskaber, fagene kan tilbyde.

Jyllandsposten 12/4 1987.

Hvad påvirker eleverne til det endelige grenvalg ?

Vi har tre gange i løbet af 1.g spurgt eleverne om, hvilken gren de ville vælge. Vi spurgte første gang lige i starten af 1.g. Der var tale om "hemmeligt" grenvalg, idet sedlerne, eleverne skrev på, blev gemt væk og først fundet frem efter deres endelige grenvalg i marts måned. Næste gang, vi spurgte eleverne, var i forbindelse med en større spørgeskemaundersøgelse ca. to uger inde i 1.g. Vi spurgte dem tredie gang ved vores interview omkring jul.

Figur 9.9 viser et skema over en sammenligning mellem elevernes grenvalgsønsker, da de startede i gymnasiet, og deres faktiske grenvalg. Undersøgelsen omfatter 151 elever fra Frederiksborg Gymnasium og Nørre Gymnasium. Eleverne blev bedt om ved årets start at angive to mulige grenvalg i prioriteret rækkefølge.

	Antal	Uændret grenvalg		Valgte et af to mulige		Ændrede grenvalg	
		Antal	%	Antal	%	Antal	%
Piger	75	30	40%	20	27%	25	33%
Drenge	76	31	41%	13	17%	32	42%

Figur 9.9. Sammenligning af elevernes grenvalgsønsker ved begyndelsen af 1.g med deres faktiske grenvalg. Nogle af eleverne angav første gang 2 mulige grenvalg.

Skemaet i figur 9.9 viser, at lidt flere piger (40 % + 27 % = 67 %) end drenge (41 % + 17 % = 58 %) holdt fast ved et af de grenvalgsønsker, de havde ved indgangen til gymnasiet. Dette hænger måske sammen med, at der var flere piger end drenge, der allerede ved starten af 1.g havde besluttet, hvad de ville uddanne sig til senere hen. En del af de elever, der optræder i rubrikken uændret grenvalg, har i årets løb haft andre grenvalgsønsker, men har i sidste ende fastholdt det oprindelige.

Vi spurgte eleverne lige før afslutningen af 1.g, hvad der havde afgjort deres grenvalg, og om skolens grenvalgsorientering havde haft nogen indflydelse på valget.

For over halvdelen af eleverne betød grenvalgsorienteringen ikke noget for deres valg. Der var nogle, der ved orienteringen var blevet bekræftet i, at deres valg var det rigtige, og der var nogle få, der ændrede valg p.g.a. orienteringen. En del mente, at der ved orienteringen var en god chance for at få noget at vide om alle grenene.

Elevernes begrundelser for den valgte gren faldt inden for kategorierne: Videreuddannelse, videreuddannelse og interesse, interesse og "negative" begrundelser (såsom fravalg af fag). Interesse er for alle elever den dominerende begrundelse, og mange, specielt fra mF-grenen, bruger også videreuddannelse som begrundelse. Dette er helt i overensstemmelse med GF-projektets resultater (Nielsen & Thomsen 1983).

Karaktergennemsnittet.

AUC-undersøgelsen (Jensen & Møller Pedersen 1985) viser, at de elever, der vælger mF-grenen, i gennemsnit har højere karakterer i både 9. klasse og i 1.g sammenlignet med de elever, der vælger de andre grene. Eleverne lever ved deres valg op til en af deres fordomme: Man skal helst have gode karakterer for at vælge mF-grenen.

Specielt gælder det, at de piger, der vælger mF-grenen, har det højeste gennemsnit af alle 1.g eleverne på matematisk linie, både i matematisk-fysiske fag og i andre fag. Der er meget få piger med lave karakterer, der vælger mF-grenen. (Så godt som ingen piger med gennemsnit under 8,5 - både i mat/fys-fagene og i andre fag - vælger mF.)

For drengenes vedkommende viser AUC-undersøgelsen, at en fjerdedel af de, der vælger mF, har meget dårlige karakterer også i matematik og fysik. Det er disse drenge, der er beskrevet som "teknikerdrenge" i "Høje piger og lave drenge"

(Erik Laursen 1984), en analyse over en del af materialet, som Jensen og Møller Pedersen har brugt.

Sammenligner vi grenvalget i de klasser, vi har fulgt, med AUC-undersøgelsen, finder vi god overensstemmelse angående sammenhæng mellem karakterer og valg af mF-gren. Fra vort spinkle talmateriale tyder noget på, at piger ikke "behøver" være lige så dygtige for at turde vælge mK, som de skal være for at vælge mF.

Skuffede forventninger.

Pige: "Jeg vælger samfundsfaglig, fordi jeg tror ikke, jeg kan klare den fysiske, og så er der også mindre at lave på den samfundsfaglige."

Pige: "Altså, der er så meget i fysikken, som jeg ikke forstår, - altså grundviden ik', det er ikke noget, vi skal vide, men der er så meget af det, jeg ikke forstår - de store ting sådan - og det synes jeg er irriterende"

Pige: "En rigtig studentereksamen er en fysisk."

Mange af eleverne har, når de starter i gymnasiet en forestilling om, hvilken gren de vil vælge, og hovedparten holder fast ved deres grenønske. (Nielsen & Thomsen 1983). Ifølge vores undersøgelse var det flest piger, der holdt fast ved deres oprindelige grenønske (se figur 9.9), mens det i GF-undersøgelsen var omvendt. Den mest slående afvandring, der finder sted, er af piger fra mF-grenen til mN-grenen, men mange piger skifter også fra mS-grenen til mN-grenen. Hovedbegrundelsen for ændringen i grenvalget er et ønske om at fravælge fysik (37 % af de elever, der har skiftet mening, iflg. Nielsen & Thomsen).

Eleverne kommer i gymnasiet med en forestilling om, at den matematiske linje giver flest fremtidsmuligheder, og at den matematisk-fysiske gren, mF-grenen, er for de dygtigste, de mest ambitiøse. Pigerne synes ved grenvalget i 1.g ikke at

mene om sig selv, at de er dygtige til det, der kræves på mF-grenen. De har heller ikke ambitioner om at blive det sådan som drengene.

Videreuddannelse og interesse.

> Pige: "Altså fysisk har altid haft noget med drenge at gøre ik' - også på videregående er der mange, altså ingeniører og de går vel fysisk."

Når eleverne skal begrunde deres grenvalg er de dominerende begrundelser: interesse og videreuddannelse. Drengene lægger større vægt på videreuddannelse end pigerne. Det gælder specielt drengene på mF-grenen (Nielsen & Thomsen 1983).

Selvom en større andel af pigerne end af drengene begrunder deres linjevalg med interesse for de naturvidenskabelige fag, vælger en langt større del af drengene end af pigerne matematisk-fysisk gren efter at have gået 3/4 år i gymnasiet.

De forskellige grene i gymnasiet giver eleverne forskellig studiekompetence, formelt som reelt. (Dette forhold diskuteres nærmere i afsnit 9.6). Alligevel er det almindeligt, at eleverne i gymnasiet møder lærere og studievejledere, der fortæller dem, at alle fag og grene er lige gode, og at det er klogest at vælge efter, hvad der interesserer dem nu.

Personligt eller overleveret kendskab til fagene.

Eleverne møder i 1.g nogle af de fag, der tegner de forskellige grene. Det gælder således mF-, mK- og tildels mM- og mI-grenen (= idræts-matematisk gren), selv om grenfagene ikke altid i praksis viser sig at svare til forhåndsindtrykket fra 1.g. Samfundsfag og biologi derimod kendes ikke fra 1.g. Elevernes eget indtryk af fag og grene præges imidlertid også af det billede, som overleveres af ældre elever sammen med beretninger om arbejdsbyrden.

Der er mange faktorer, som spiller ind i forbindelse med elevernes grenvalg. Den officielle studievejledning indtager ikke den mest fremtrædende plads, når eleverne fortæller om, hvad der har fået dem til at træffe deres valg. Men stemningen omkring fagene og grenene er noget, der har en ikke ringe betydning. Den gives der et billede af i det følgende.

9.5. KARAKTERISTIK AF ELEVER OG UNDERVISNING PÅ DE ENKELTE GRENE.

Grenene på matematisk linie kan karakteriseres på forskellige måder. Vi vil her forsøge at give et indtryk af, hvordan eleverne selv betragter grenene, ikke blot deres egen, men også de andres.

Grenfagene er væsentlige, men miljøet på grenen er naturligvis også en vigtig faktor, som dels afhænger af eleverne selv, men selvfølgelig også af de lærere, som underviser der. Elever såvel som lærere er i større eller mindre udstrækning bundet af traditioner og grundholdninger, som ofte upåagtet styrer og bestemmer dels undervisnings-, men også læreprocessen.

Med baggrund i interview med eleverne fra vores projekt efter starten på 2.g vil vi tegne billeder af grenene, sådan som de tager sig ud set fra elevernes synsvinkel. Vi har bedt eleverne fortælle, hvad de mener om arbejdsbyrden, og om, hvad der er specielt ved deres gren. Endvidere har vi bedt dem specielt kommentere fysik.

Næsten alle eleverne synes, at arbejdsbyrden er større i 2.g end i 1.g, og godt to trediedel af eleverne mener, at arbejdsbyrden er størst på mF og mK-grenene, mens ca. halvdelen mener, at arbejdsbyrden er mindst på mM-grenen. Halvdelen af eleverne synes, at arbejdsbyrden generelt er for stor i gymnasiet.

mF-grenen.

Eleverne på mF-grenen (8 piger og 11 drenge) giver udtryk for, at de har meget at lave. Der er to fag at læse på højt niveau, nemlig både matematik og fysik. Eleverne siger også, at der bliver arbejdet mere koncentreret i grenfagene end i stamklassefagene.

Pige på mF-grenen:

> "Ja, altså folk de laver deres ting ik', der er ikke nogen, der kommer og siger - jamen, jeg har ikke haft tid - man gør virkelig noget ud af sine opgaver, fordi man gerne vil bruge det til noget bagefter - jeg tror ikke de er sådan på alle grenene."

Tre drenge har fortrudt deres grenvalg. Begrundelsen er enten læreren eller sværhedsgraden.

Eleverne på mF-grenen virker gennemgående seriøse og fagligt engagerede, men drengene giver ikke meget udtryk for følelser. Nogle af pigerne - derimod - beskriver voldsomme følelser i faglige sammenhænge:

> "Hvis jeg går i stå med en fysikopgave, bliver jeg som oftest gal - til tider hysterisk (det og så matematikopgaver er noget, jeg kan hidse mig helt op over), jeg slår op i bøger, spørger de andre eller .... (læreren) næste dag."

Med hensyn til fremtiden er ønsket at blive uddannet som ingeniør. Enkelte ved ikke endnu, hvad de vil.

Eleverne på grenen (måske specielt pigerne) er ivrige efter at fremhæve, at deres gren ikke er "tør og kedelig", og at man også kommer på ture, når man går på denne gren.

Om fysikundervisningen siger hovedparten af eleverne på mF-grenen, at de synes, at den har været lige så interessant eller mere interessant end i 1.g. Mange synes, at matematik-

undervisningen er blevet mere tør (med mange beviser) og vanskeligere end i 1.g.

mS-grenen (11 piger og 5 drenge).

Der er tre piger, der har fortrudt grenvalget. Det er samfundsfag, der har skuffet dem, enten har det været for kedeligt eller for indviklet, synes de. To piger ville i stedet have valgt mF og den tredie mN.

Næsten alle eleverne synes, at arbejdsbyrden er blevet større, men de tror, at den er mindre end på mF- og mK-grenene.

Eleverne har valgt gren mere af interesse, end af hensyn til videre uddannelse. Dog ved hovedparten af eleverne, hvad de kunne tænke sig efter eksamen, og det drejer sig stort set om uddannelser, der har relation til samfundsfag.

En pige, der har fortrudt sit grenvalg, siger om samfundsfag:

> "Til tider kan det være sjovt, men man skal igennem en masse kedelig teori. Det er ikke nok blot at følge med i radio, TV og avisen og have check på nutidsproblemer, da meget skal forklares ud fra "tørre mænds" teorier fra det 18. århundrede."

En anden pige siger om samfundsfag:

> "Jeg synes, at samfundsfag mere er et snakkefag med forskellige svarmuligheder. Det er ikke så bundet som fysik. Det kan være både godt og dårligt, at der ikke er et bestemt svar på tingene. Jeg mener, at det er godt at have begge fag og derigennem prøve begge slags undervisning."

Nogle elever fremhæver aktualiteten i undervisningen i samfundsfag, og mange nævner, at der ingen "rigtige" løsninger findes i samfundsfag, og at der lægges vægt på den måde man argumenterer på. Eleverne oplever, at der er større valgfrihed m.h.t. emner i samfundsfag end i fysik.

Hovedparten af eleverne har samfundsfag blandt de tre bedste fag, og to trediedel af pigerne har matematik blandt de tre bedste fag.

Fysikundervisningen har (iflg. 70 % af eleverne) været lige så interessant som i 1.g, mens en fjerdedel synes, at den har været mere interessant i 2.g end i 1.g.

mS-eleverne virker mere tilfredse med fysik end andre elever med fysik på B-niveau. Det kan skyldes, at den ene klasse har haft samme lærer i både matematik, fysik og kemi, mens den anden klasse har deltaget i mS-forsøget, der medfører, at fysik og kemi læses samlet med 5 timer, som alle ligger i 2.g. Faget har været mere tydeligt for eleverne.

mK-grenen (2 piger og 5 drenge).

Der er ingen af eleverne, der har fortrudt deres grenvalg. Alle vil være noget med kemi, en enkelt noget med data. Eleverne føler, at arbejdsbyrden på deres gren er stor i sammenligning med de fleste andre grene. Men der er ingen af eleverne, der fortryder grenvalget. Eleverne er ambitiøse både m.h.t. fremtidsudsigter og m.h.t. at få noget ud af undervisningen. Flertallet har valgt gren for at få matematik på højt niveau, nogle har taget kemien med som det mindste onde af to (fysik eller kemi). De fleste på grenen har erfaret, at vejen til forståelse er ihærdigt arbejde.

Seks ud af de syv elever, som vi har spurgt, har kemi som et af deres tre bedste fag, mens fire af dem har matematik som et af de tre bedste fag. Stort set er eleverne tilfredse med fysikundervisningen, og halvdelen synes, at fysikundervisningen er mere interessant end i 1.g. Alle synes, at fysik har været vanskeligere at forstå end det var i 1.g. Eleverne synes ikke, at undervisningen i kemi adskiller sig særligt fra undervisningen i fysik. De synes bare, at emnerne i kemi er mere interessante, og at der bliver lavet flere forsøg.

mN-grenen (8 piger og 5 drenge).

Over halvdelen af eleverne synes, at arbejdsbyrden er mindre end forventet, og ca. halvdelen mener, at arbejdsbyrden på mF og mK er større end deres egen, mens halvdelen mener, at arbejdsbyrden på mM er mindre. En elev, en dreng, har fortrudt sit grenvalg.

Alle pigerne ved, hvad de vil efter studentereksamen, og de fleste af dem vil noget, hvor de føler, de har brug for biologi. To af drengene ved, hvad de vil efter eksamen, den ene har brug for biologi.

Næsten alle eleverne siger, at biologi er deres bedste fag. De synes, at biologi er mere interessant end fysik, og de begrunder det i, at det er mere virkelighedsnært og relevant.

En dreng siger:

> "Biologi er bedst! Jeg gætter på, at det er fordi emnerne i biologi har mere "mening". Det kan f.eks. være lidt svært at se, hvad man skal bruge Newtons love til, mens genetik og arbejde med antibiotika er mere meningsfuldt."

En pige siger:

> "Jeg kan bedre lide biologi end fysik, fordi biologi interesserer mig. Jeg tror, det er, fordi det er "levende" ting, vi lærer om - fysikundervisningen er tit meget tør og teoretisk."

Som positive ting på grenen fremhæver eleverne, at de har medindflydelse på emnevalg, og at emnerne er vedkommende.

Hovedparten af eleverne på denne gren synes, at fysikundervisningen i 2.g er ligeså interessant eller mere interessant end fysikundervisningen i 1.g.

mM- og mI-grenene (5 piger og 2 drenge, 1 pige og 4 drenge).

Der er ingen elever på disse grene, der har fortrudt deres grenvalg. Eleverne mener næsten alle sammen, at arbejdsbyrden på deres gren er rimelig, og en stor del af dem mener, at den er mindre end på de øvrige grene.

Eleverne har ambitioner om at få glæde af deres skolekundskaber i forbindelse med deres fritidsliv, som de opfatter som den vigtigste del af deres liv. De vil gerne skabe respekt om deres gren, som de opfatter som meget kreativ.

Eleverne på disse grene synes stort set, at fysikundervisningen er kedelig.

mI-pige:

"Fysik er mig nu et nødvendigt onde (- ligesom det var i folkeskolen)."

mI-dreng:

"Fysikbøgerne præsenterer indholdet, så man er ved at falde i søvn - den er bogstavelig grå."

mM-pige:

"Jeg synes egentlig fysik er sjovt nok. Når jeg sidder derhjemme og læser om emnet, lyder det enormt spændende, og man glæder sig til at komme igang, men det får læreren hurtigt pillet ud af en med tør tavlefysik."

Sammenfatning.

Fysik- og kemigrenen med matematik på højt niveau har status blandt eleverne. Grenene anses for at være fagligt krævende og for at give en større arbejdsbyrde end de andre grene. Elever med gode karakterer overvejer disse grene som realistiske muligheder, og når de vrages til fordel for andre grene, sker det ofte med den begrundelse, at fysik (og i mindre udstrækning kemi) er for tørt og kedeligt.

Da mF-grenen opfattes som den gren, hvor arbejdsbyrden er størst, bliver den også til grenen, der opfattes som det sted, hvor de flittige, tørre og kedelige elever går. Det er ikke ualmindeligt, at elever fra de andre grene f.eks. ved grenvalgsorienteringen fortæller om, hvor kedeligt der er på mF-grenen, og hvor "dødsyge" eleverne på denne gren er. Miljøet på grenen beskrives således ikke alene som fagligt hårdt, men også som socialt kedeligt.

9.6. UDDANNELSESSTRUKTUR OG STUDIEVEJLEDNING.

Grengymnasiet er indrettet med en række valg. Eleverne skal ved indgangen til gymnasiet vælge mellem sproglig og matematisk linie. Efter ca. 3/4 år skal de vælge gren, og hermed besluttes, hvilke fag de skal læse på højt niveau.

Gymnasiet efter reformen, der træder i kraft sommeren 1988, rummer også flere valg.

Ved hvert valg sker der en sortering af eleverne, ikke alene efter det, som valget drejer sig om, men også efter andre ofte uerkendte parametre. De kan være køn, karakterer, evner, arbejdsdisciplin, m.m.

Gymnasiets linier og "de to kulturer".

I forbindelse med linievalget er det meget tydeligt, at der sker en opsplitning med hensyn til køn. Sproglig linie er næsten udelukkende befolket med piger, idet stort set alle drenge vælger matematisk linie. Der er tale om en opdeling efter interesse, med sprog på den ene side og matematik og naturvidenskab på den anden. Matematisk linie er på ingen måde sprogløs, men det er næsten sandt for sproglig linie, at den er fri for matematik og naturvidenskab. Elever, som vælger sproglig linie får en mindre almen uddannelse end elever, som vælger matematisk linie, i den forstand, at den ikke omfatter så væsentlige naturfag som fysik og kemi. Den giver dermed

også færre muligheder for videreuddannelse til de drenge og den store mængde af piger, som vælger denne linie.

	Sprog & hum.	Samfund	Nat- & form	Krea-fag
sN	67	12	9	12
mF	36	13	39	12

Figur 9.10. Figuren illustrerer den faglige balance på nysproglig og matematisk-fysisk gren. Tallene er procentdele af de samlede timetal på grenene. Sprog & hum. omfatter sprog og humaniora. Samfund omfatter samfundsorienterende fag. Nat- & form omfatter naturvidenskab og formalvidenskab, som udgøres af matematik, datalogi og visse dele af filosofi. Krea-fag er kreative fag. (Jensen & Møller Pedersen 1985).

I forbindelse med gymnasiereformen er der forsøgt rettet op på denne skævhed, men skævheden mellem de to liniers bredde er ikke fjernet. Det er en forbedring, at elever på sproglig linie efter reformen får det nye fag "naturfag" med bidrag fra tre fagområder, matematik, fysik og kemi. Det er også en forbedring, at elever på matematisk linie får mulighed for at vælge sprogfag på højt niveau. Begge forhold bidrager til, at gymnasiets almendannende funktion styrkes, og til at modvirke skellet mellem de to kulturer, humaniora på den ene side og naturvidenskab på den anden.

At der stadig består en skævhed ligger i, at sproglig linie ikke giver tilstrækkelig gode muligheder for at studere naturvidenskabelige emner. Sproglige elevers kendskab til naturvidenskaberne vil fortsat være beskedent, og de har ikke mulighed for at tilvælge nogen af de naturvidenskabelige fag på mere end mellemniveau. Tiden vil vise, hvor mange hold der faktisk bliver oprettet i matematik, fysik og kemi på mellemniveau til de (formentlig få) elever på sproglig linie, der trodser de hidtidige valgmønstre.

Tilvalg-struktur i stedet for grene.

Med gymnasiereformen erstattes grenvalgstrukturen med et system af tilvalgsfag (på forskellige niveauer). Man kunne forestille sig, at man herved kunne opnå en mindre kraftig sortering af eleverne efter bl.a. køn og social baggrund sammenlignet med sorteringen i det nuværende grengymnasium.

Erfaringer fra Norge, hvor man i en årrække har haft en lignende tilvalgsstruktur, tyder dog på, at sorteringsmekanismerne også her fungerer. Den norske forsker Berit Skog (1983), siger, at undgåelse af valgsituationer i uddannelsessystemet kan betragtes som en vigtig faktor i bestræbelserne for at opnå ligestilling ved uddannelse. Hun har interesseret sig for det norske gymnasium og sætter stort spørgsmålstegn ved de valgmuligheder, der tilbydes med hensyn til skolefag. Tilsyneladende er de en forhindring for pigerne, når det handler om at tage del i naturvidenskabeligt og teknologisk arbejde. Når der er et valg med hensyn til naturvidenskabelige fag, så vælger pigerne på en måde, så de afskærer sig fra videregående studier på det teknologiske område. Piger med høj social status synes i mindre grad at følge dette mønster.

Fysik - et filterfag.

Fysik spiller en central rolle i sorteringen af eleverne i forhold til videregående studier - først og fremmest de teknisk-naturvidenskabelige.

På nuværende tidspunkt er mF- (eller mK-) niveau et formelt krav ved DTH, DIA og matematikstudiet ved KU, (som det er muligt først at honorere efter indskrivning ved at gennemføre et suppleringskursus,) og det er et reelt krav ved uddannelserne i fysik, kemi og datalogi i den forstand, at det er ganske få fra andre grene, som gennemfører studierne. Herved optræder fysik, kemi og matematik som filterfag.

Fysiks rolle som "filterfag" hænger sammen med, at eleverne i fysik lærer at anvende den matematik, de lærer. Eleverne får lært at benytte matematikkens sprog på forholdsvis simple pro-

blemstillinger. At opstille matematiske modeller over virkeligheden og afprøve dem er væsentligt i forbindelse med videnskabeligt arbejde på mange områder, og det stiller store intellektuelle krav, såvel som krav om gode kundskaber i matematik (se kapitel 3). Når fysik og kemi i højere grad end andre fag som samfundsfag og biologi har disse færdigheder med i gymnasieundervisningen, hænger det formentlig sammen med, at det i fysik og kemi er lettere at finde problemstillinger, som eleverne har mulighed for at forstå og håndtere, og som er rimeligt relevante og realistiske, og som alligevel kan behandles teoretisk eller beskrives ved hjælp af en matematisk model.

Formel og reel studiekompetence.

Det er ikke en komplet sandhed, at alle grene er lige gode, som beskeden lyder til 1.g eleverne ved grenvalgsorienteringen. Den elev, der gerne vil bevare det som en mulighed at fortsætte efter studentereksamen med en teknisk-naturvidenskabelig uddannelse, er ringere stillet med et B-niveau i fysik og matematik end med et A-niveau. Der er ikke tale om en forskel, som kan udlignes ved, at man "bare" supplerer til A-niveauet ved at tage et Gymnasialt Suppleringskursus, GSK.
De Gymnasiale Supplerings Kurser, der tilbydes for at supplere en studentereksamen fra sproglig linie eller fra en anden gren på matematisk linie til mF- eller mK-niveauet, er ikke i stand til at hjælpe den studerende i den udstrækning, som mange tror. Der er store frafalds- og dumpe-procenter ved GSK-kurserne i matematik, fysik og kemi. Der ser også ud til at være større problemer under selve studierne blandt de, der går i gang med baggrund i et GSK-suppleringskursus, end blandt de, der kommer med en mF- eller mK-gren.

Vanskelighederne hænger sammen med, at der kræves god tid til at blive fortrolig med de begreber og tankegange, som er centrale for fysik, kemi og matematik. I alt har mF-grenen 19 ugetimer i matematik og fysik (2.g + 3.g) mod 10 ugetimer på mN- og mS-grenen. Det giver en forskel på over 300 lektioner. Når hjemmearbejdet med skriftlige opgavesæt og rapporter tages

i betragtning, må man regne med en forskel i antal arbejdstimer med disse fag på 600 timer.

En ikke ringe del af de, der på denne måde kommer i klemme, er piger, som på et sent tidspunkt får lyst til en teknisk-naturvidenskabelig uddannelse. I det matematiske gymnasium afholder pigerne sig fra at vælge mF-grenen, hvorved de reelt afskærer sig fra nogle værdifulde muligheder senere hen. De har fået gal besked ved studievejledningen.

Det er imidlertid ikke specielt pigerne, der ikke kan klare GSK, og de videregående studier. At problemet er det samme for piger som for drenge, kan man f.eks. se af, at gennemførelsesprocenten ved DTH er ens for mænd og kvinder med samme adgangskvotient og samme retningsvalg (Erik Both 1987). Men langt færre piger end drenge får ved grenvalget sikret sig den baggrund, der giver de bedste betingelser for at gennemføre en videregående teknisk-naturvidenskabelig uddannelse.

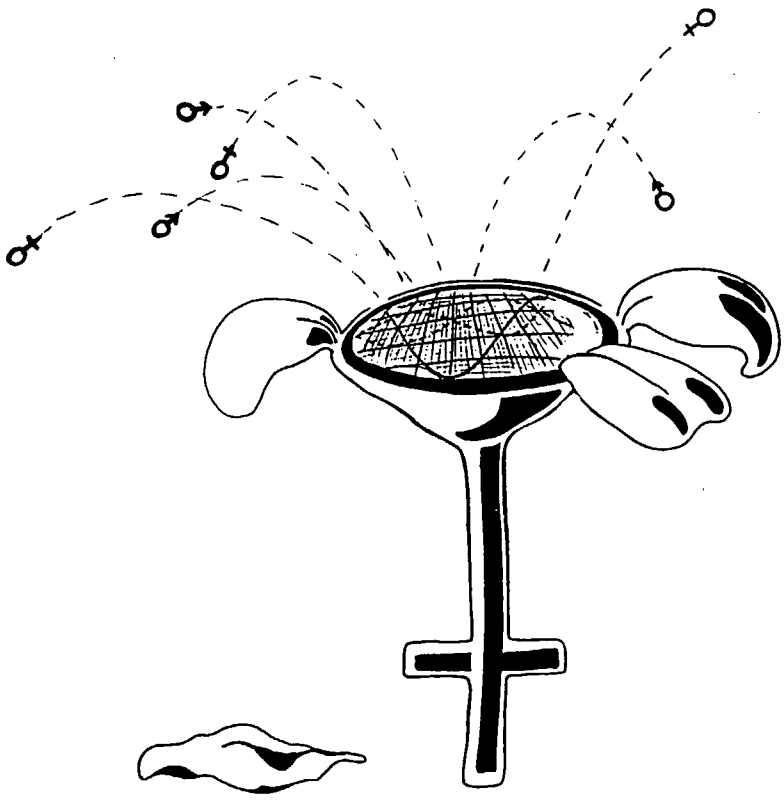
Gymnasiereformen

I et interview i Ingeniørens Ugeblad i forbindelse med gymnasiereformen siger undervisningsministeren: "*Jeg* vil for fædrelandets skyld ønske, at flere elever vælger de naturvidenskabelige fag". Han ser gerne flere matematiske elever vende deres interesse mod ingeniøruddannelserne.

Det er vanskeligt at sige, i hvilken udstrækning ministerens ønske vil gå i opfyldelse. Der er i forbindelse med reformen gjort forsøg på, at gøre indholdet af fysikundervisningen mere interessant ved at lægge større vægt på den almendannende side af faget på det obligatoriske niveau. Man kan frygte, at endnu færre piger vælger fysik på højt niveau, nu hvor det bliver muligt at vælge matematik på højt niveau uden at det skal kombineres med fysik på højt niveau.

Det er ikke nogen let opgave at ændre fagets image fra at være et fag, der primært er for teknikere til at være et fag med budskab til alle, som interesserer sig for naturfænomener

omkring os og for erkendelsesteoretiske og samfundsmæssige forhold i f.eks. historisk belysning, for at nævne nogle af intentionerne bag reformen for fysiks vedkommende. Samtidig skal faget bevare sin funktion som studieforberedende fag i nært samarbejde med matematik for de elever, der vælger det på højt niveau. Det kræver omtanke og omstilling samt en væsentlig pædagogisk indsats.



AFSLUTNING.

KAPITEL 10.

Hvor står vi nu ?

> "Det er trods alt mænd, der har de udøvende stillinger, der bestemmer mest, ligesom kvinderne arbejder mere på kontor eller er hjemmegående, og så har de sådan set ikke så meget brug for fysik - de kan godt leve uden i hvert fald."
>
> (Dreng, 1.gm)

Dette er en 1.g-elevs forklaring på de kendte kønsforskelle i linie- og grenvalg i gymnasiet. Citatet giver på en gang en beskrivelse af den faktiske forskel i mænds og kvinders samfundsmæssige position og en karakteristik af de forskellige forventninger, der er til pigers og drenges fremtid. Vi bliver herved mindet om, at det er begrænset i hvilken grad det er muligt at opnå lige muligheder for de to køn alene gennem ændringer i skolen og i undervisningen i enkelte fag.

Virkningen af den konkrete undervisning i klassen er i høj grad bestemt af de generelle rammer og betingelser, der har at gøre med (1) gymnasiets samfundsmæssige funktion, herunder den uddannelsesstruktur, som de enkelte fag og uddannelsesretninger indgår i, (2) den i samfundet herskende kønsrolleopfattelse og endelig (3) befolkningens almindelige værdsættelse af teknik og naturvidenskab. Vi sammenfatter nogle synspunkter på disse betingelser for undervisningen i det følgende afsnit 10.1.

Selv om rammerne bestemmer meget, er det alligevel vigtigt at understrege, at der også kan gøres noget ved problemerne i de enkelte fag og klasser. De herskende kønsroller formidles bl.a. af skolen som institution og af den daglige undervisning. I afsnit 10.3 sammenfatter vi nogle forslag til forbedring af fysikundervisningen, og i afsnit 10.4 diskuterer vi konsekvenserne af den forestående gymnasiereform. Disse afsnit bygger bl.a. på vores analyser af indlæringsprocessen og af fagets karakter, og disse analyser resumeres derfor i afsnit 10.2.

Vi slutter af med i afsnit 10.5 at opfordre til et samarbejde om de fælles problemer og udfordringer på tværs af traditionelle opdelinger bestemt af fag og køn.

10.1. KØNSROLLER OG SKOLENS FUNKTION.

Vores målsætning.

Kønsrolleforventningerne i samfundet er med til at reproducere magtforholdene. På det samfundsmæssige plan er det vores mål at fjerne eller formindske forhindringerne for, at kvinder og mænd kan bidrage ligeværdigt til samfundsudviklingen, herunder at de to køn kan deltage på lige fod i de demokratiske beslutningsprocesser (jvf. kapitel 1).

Det er forventeligt, at privilegerede grupper mere eller mindre bevidst vil søge at bevare deres privilegier. Men i tilfældet med de bredt accepterede kønsroller er der tale om, at størstedelen af befolkningen - både mænd og kvinder - opdrages til at videreføre disse roller. Også personer som os selv, der på en række punkter bryder med de herskende normer for mænd og kvinder, må igen og igen erfare, at kønsrolleforventningerne ubevidst præger vores undervisning og øvrige omgang med mennesker (jvf. kapitel 7).

Disse roller lader sig ikke uden videre ændre: individuelle og kollektive forventninger er ofte selvopfyldende. Vi vælger alligevel at tro på, at større bevidsthed om de virkende mekanismer betyder større handlefrihed for den enkelte.

På det individuelle plan: i forholdet til den enkelte elev og studerende, er det vores mål at modarbejde de kønsrollebestemte indskrænkninger i den enkeltes frihed til at udfolde personlige evner og forfølge individuelle interesser. Piger skal ikke være som drenge - eller omvendt, men piger hhv. drenge skal heller ikke hver for sig være en homogen gruppe.

Skole og undervisning skal medvirke til, at unge af begge køn gennemlever en personlighedsudvikling hvor autonomi forbindes med ansvarlighed over for andre mennesker og miljø (jvf. kapitel 4).

Derimod har vi ikke set det som vores opgave nærmere at analysere samfundets fremtidige behov for teknisk-naturvidenskabelig kvalificeret arbejdskraft, endsige at motivere piger til at vælge sådanne uddannelser og jobs alene fordi der formodes at blive brug for det!

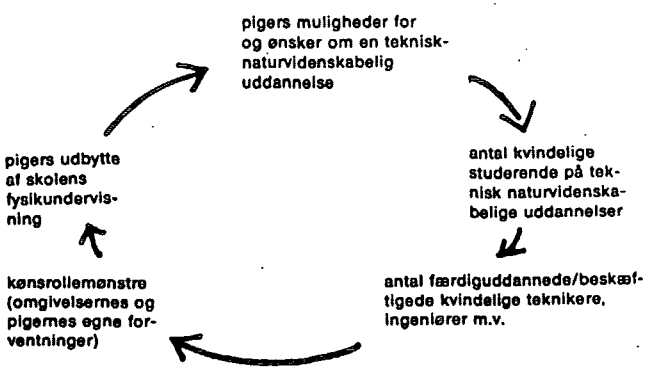
Den samfundsmæssige eller pædagogisk-psykologiske analyse af uddannelse og kønsroller må ikke omsættes til normer for eller moralske krav til den enkelte pige/kvinde. Piger skal - ligesom drenge - vælge uddannelse efter deres egne interesser og behov. På den anden side er det vigtigt, at piger og drenge får større viden om konsekvenserne for dem selv af til- og fravalg i uddannelsesforløbet og større indsigt i den indflydelse, kønsrollerne har på deres personlige valg (jvf. kapitel 9).

Statistiske skævheder reproducerer sig selv.

På uddannelses- og erhvervsområder, hvor kvinder er i udpræget mindretal, skaber denne skævhed i sig selv forventninger om, at det drejer sig om fagområder, som piger ikke kan eller vil beskæftige sig. Herved reproduceres kønsmønstret samtidig med,

at mindretalspositionen for de få piger, der trods alt vælger disse uddannelser, kan give dem problemer.

Ikke mindst derfor er det nødvendigt at piger, der vælger "de hårde" tekniske uddannelser, gør det af interesse. De mange initiativer på uddannelsesstederne for at give pigerne mulighed for at støtte hinanden undervejs er vigtige tilbud.



Figur 10.1. Hønen og ægget.

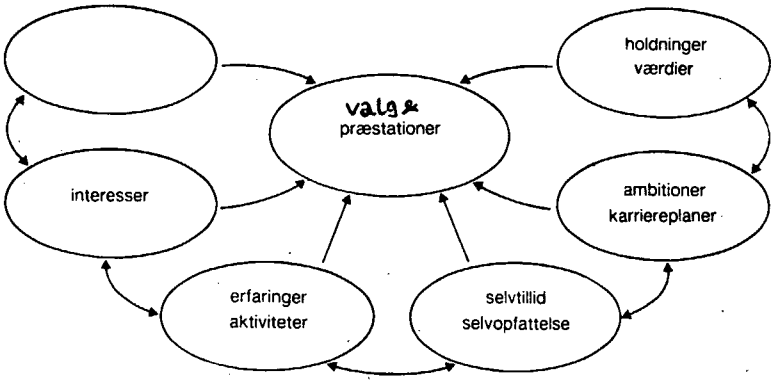
Pigers og drenges valgmønstre i gymnasiet og den indflydelse, som selve uddannelsesstrukturen har på valgene, er nærmere analyseret i kapitel 9.

Et samspil mellem kønsroller, valgstruktur og de enkelte fag/uddannelsesretningers "image" resulterer i en kønspolarisering i uddannelsessystemet.

Selvtillid og uddannelsesvalg.

Kønsforskelle i uddannelsesvalg, motivation og præstationer er parallelle resultater af en række kønsrollebestemte faktorer.

Kønsforskelle i arten af selvtillid, risikovillighed, autonomi m.v. (jvf. kapitel 4), som har indflydelse på pigers og drenges indlæringsstil, er også med til at bestemme valgmønstrene.



Hvor drenge ofte bevarer en stimulerende tro på egne evner indtil det modsatte er bevist, har piger en tendens til at tvivle fundamentalt på deres eget værd og muligheder. Hvis denne personlige tvivl hos en pige opfattes af studievejlederen eller omgivelserne i øvrigt som udtryk for manglende interesse for uddannelsen, er der risiko for, at hun ikke modtager den nødvendige opbakning til at bryde med egne og andres kønsrollebestemte forestillinger. Beskedenhed og angst for fiasko får mange piger til at fravælge uddannelser og fag, som i deres øjne er forbundet med en vis samfundsmæssig status. På samme måde kan vi som studievejledere, lærere eller andre personlige rådgivere være tilbøjelige til at rådgive piger anderledes end drenge, fordi vi fortolker de udtrykte interesser forkert.

Må piger have ambitioner?

Opfordringen til at vælge efter interesse giver ikke nødvendigvis samme reaktion hos piger og drenge. Et uddannelsesvalg, der giver gode karrieremuligheder, opleves af nogle piger som

udtryk for en personlig (dvs egoistisk) interesse, der står i modsætning til det mere ideelle ønske om at gavne andre. Personlige ambitioner er i modstrid med den gængse kvinderolle, og en pige, der afviger på dette punkt, vil ofte få utvetydig besked herom. Ikke mindst fra andre kvinder.

> "Jeg har helt klart nogle vilde forestillinger, jeg er utrolig ambitiøs ... jeg vil godt ha' et rigtigt fedt job engang ... ... ja, det er måske også noget prestige for mig ikk', men det er selvfølgelig puhbad at indrømme sådan noget. Det er ikke så smart, vel. Men det betyder noget for mig, at jeg ikke kommer og siger, at jeg er skraldemand. Det betyder virkelig meget for mig, og det synes jeg er lidt uhyggeligt, at jeg har det sådan, men det kan man jo ikke lave om på."
>
> (Citat, pige 1.gm)

Et vist mål af faglige og personlige ambitioner er en forudsætning for at forfølge de faglige udfordringer og for at levere den koncentrerede arbejdsindsats, som er nødvendig i mange uddannelser. Specielt i teoribaserede fag, hvor det kan være vanskeligt at overskue sammenhængen mellem det øjeblikkelige studiearbejde og det egentlige mål med uddannelsen, er det vigtigt at være stærkt motiveret for faget - både "her og nu" og på længere sigt.

På den anden side ønsker vi heller ikke, at ambitionerne tager overhånd. Der ses jo uheldige eksempler på personer, der tilsidesætter faglige/saglige hensyn for at fremme personlige interesser. Både mænd og kvinder bør naturligvis kende balancen mellem personlige ambitioner og almene hensyn, og måske bliver den rette balance mere synlig, hvis flere piger og kvinder tillader sig selv at have faglige ambitioner.

Hvorfor er fysik et problem?

Man møder af og til den opfattelse, at det dybest set er uinteressant, om piger vælger fysik eller ej. Dette fag har overhovedet ikke den betydning, som vi og andre vil tillægge det. Som et eksempel på denne indstilling, medtager vi et stykke

fra en artikel i "Kvinder og naturvidenskab" (særnummer af Hovedområdet, 1988). Artiklen gengiver et interview med statistikeren Inge Henningsen.

> "En stor del af diskussionen om pigers faglige valg, drejer sig ikke om piger og naturvidenskab i almindelighed, men lige præcis om piger og fysik. Det er nemlig her, piger er virkeligt underrepræsenterede.
>
> Piger i gymnasiet vælger sjældent mat-fys-grenen. Mange mener, at det er forkert, at fysik kan vælges fra. Det mener Inge er en helt utidssvarende overvurdering af fysiks betydning:
>
> "Idag sker de store udviklinger inden for andre felter. Bioteknologi, for eksempel, statistik og datalogi.
>
> Fysik havde en helt overvældende betydning for 50-20 år siden. Men idag ville det være baghjulstaktik at bruge kræfter på at lokke piger ind her. Jeg har ikke selv haft fysik - og ærligt talt, så er mine muligheder for at påvirke verden ikke blevet ringere af den grund." --"

Uden at ville gå ind i en polemik om de enkelte fags betydning, ønsker vi gennem følgende kommentarer at klargøre vores egen position.

Vi tror ikke, at kendskab til fysik - i sig selv - giver politisk indflydelse! Vi ønsker ikke at lokke piger til noget som helst, og det er heller ikke for os afgørende, om der er få eller mange kvinder, der deltager i fysikgrundforskningen. Men det betyder noget, at kvinder er underrepræsenteret f.eks. i økonomi, politik og i tekniske fag. Og det betyder noget, at de fleste piger/kvinder ved at afvise fysik udelukkes fra dette fags bidrag til almendannelsen.

Gymnasieundervisningen har både en sorterende og en kvalificerende funktion, og faget fysik bidrager væsentligt til begge dele.

Der er tale om flere slags kvalifikationer: Fysik er ikke kun studieforberedende, men også et almendannende fag, der bidrager til elevernes omverdensforståelse. Fysik anvendes til forklaring af naturfænomener og til forståelse af principperne bag ny og ældre teknik. Sammen med andre fag skal fysik give eleverne en baggrund for stillingtagen til væsentlige spørgsmål vedrørende fremtidig anvendelse af ny teknologi og omsorg for vort miljø. Fysikundervisningen bør også illustrere fagets erkendelsesteoretiske og samfundsmæssige betydning, f.eks. i historisk perspektiv.

Fysikundervisningen giver altså ikke alene praktisk/instrumentelle færdigheder til nytte for kommende teknikere og andre specialister. Det er også et "kulturfag", der kan bidrage til en fagperspektivering i samarbejde med bl.a. historie, dansk og religion.

Manglende viden kan let føre til teknologiforskrækkelse og total afvisning af alt, hvad der har med teknik/fysik/kemi at gøre, eller det fører til en blind accept af ekspertudsagn. Begge dele er uheldigt. Ud fra ønsket om, at både mænd og kvinder deltager i alle væsentlige demokratiske beslutningsprocesser, er der god grund til at interessere sig for pigers forhold til fysikundervisningen.

At skolefaget fysik også spiller en væsentlig rolle i gymnasiets sorterende funktion, er måske i mindre grad synligt. Vi vil derfor behandle dette forhold nærmere.

I det nuværende samfund med den nugældende uddannelsestruktur og den faktiske undervisningstradition i de enkelte fag mener vi, at skolefaget fysik spiller en særlig rolle: faget har en filterfunktion (jvf. kapitel 9). Fysik er et af de skolefag, som i højest grad er teoribaseret og dermed stiller krav til eleverne om analyse og problemløsning, hvor videnskabelige begreber og teorier anvendes på områder af virkeligheden.

Fysik på højt niveau giver eleverne en særlig træning i at løse problemer og i at anvende matematik. Det er disse træk ved faget, der i særlig grad er vanskelige for eleverne, og hvor der især optræder kønsforskelle i præstationer (kapitel 2 og 3). Men det er samtidig evnen til at klare disse krav, der giver gode reelle forudsætninger for videregående uddannelser i statistik, datalogi, økonomi, sociologi m.v. - foruden fysik og teknik. Det skal ikke forstås sådan, at det er muligt direkte at overføre viden fra fysikundervisningen til de andre fag, men arten af virksomhed har mange fælles træk.

Statistik er et fag med et veludviklet teoretisk grundlag, som beskæftiger sig med anvendelser af teorierne på mange områder af virkeligheden, og som udtrykker sig i matematisk sprog. Statistik har således mange træk fælles med fysik. At der er paralleller mellem fagene, viser sig også senere i samme interview, hvor Inge Henningsen advarer de kvindelige statistikstuderende mod alt for automatisk at give op over for de teoretiske udfordringer i faget.

Statistik, datalogi, bioteknologi, økonomi etc. optræder nok som undervisningsemner i gymnasiet, men ikke som etablerede fag knyttet til bestemte linie/grenvalg, og ikke med tilsvarende konsekvenser for elevernes senere reelle studiekompetence. Disse fagområder optræder derfor ikke som filterfag i skolen.

Som beskrevet ovenfor er det meget generelle faktorer og mekanismer, som får mange piger til at afvise faget fysik i skolen, og disse mekanismer spiller også ind i pigers/kvinders forhold til andre områder, bl.a. politik. (Vi taler stadig om generelle sociologiske sammenhænge, og ikke om situationen for enkelte individer.)

De kønspolariserende fænomener, vi iagttager i faget fysik, er symptomer på generelle problemer med kønsmæssige uligheder i samfundet. Vi finder det derfor yderst relevant at beskæftige sig med pigers forhold til skolefaget fysik.

Andre fag som filterfag?

I kapitel 3 har vi nærmere analyseret de kognitive krav i fysikundervisningen (se også afsnit 10.2). Kun en mindre del af eleverne i 1.g synes at være i stand til at honorere kravene om formel operationel tænkning.

Disse krav optræder også i andre skolefag: historie, dansk, kemi, samfundsfag, fremmedsprog etc. - men ikke med samme intensitet og ikke med den samme grad af matematikanvendelse. Opfyldelsen af disse krav bliver i almindelighed ikke ligeså afgørende for elevens præstation og succes i faget, som tilfældet er i fysik.

Fysikfagets aktuelle funktion som et af filterfagene i gymnasiet er et resultat af en historisk-samfundsmæssig udvikling. I princippet kan andre fag - f.eks. historie eller måske bedre økonomi eller statistik - overtage denne funktion.

Det ville kræve, at det pågældende fag 1) blev dyrket på "hårdeste måde" som skolefag, dvs. i højeste grad analyserende og teoribaseret i modsætning til fænomenologisk, at faget 2) blev placeret afgørende i uddannelsesstrukturen, således at elevernes fra- og tilvalg i høj grad blev bestemt af deres forhold til dette fag, og endelig at faget 3) opbyggede et image af høj status i almindelighed som et fag af stor (evt. indirekte) betydning for elevernes fremtid i boglige uddannelser. Når "ideologien" omkring faget og uddannelsesstrukturen støtter hinanden, forstærkes virkningen af begge.

I USA har fysik ikke en sådan filterfunktion i skolen. Der har her været tradition for en bred "science"-undervisning, der kun indeholder lidt fysik med hovedvægt på fænomenologiske aspekter. Her er det matematik, der spiller rollen som filterfag.

I forrige århundrede var det faktisk klassisk filologi, der her i landet fungerede som afgørende filterfag i embedsmændenes akademiske uddannelsessystem. Før århundredskiftet, var der ikke mange kvinder, der tog studentereksamen. Men blandt dem, der gjorde det, var der en større procentdel, der tog matematisk-naturvidenskabelig studentereksamen end blandt mændene ! (Beyer, Blegaa, Olsen, Reich & Vedelsby 1983a). Dette træk genfindes bl.a. i Norge og England.

Fagene kan skifte roller, men det er vanskeligt at forestille sig et skolesystem helt uden en sorteringsfunktion knyttet til bestemte fag og eksaminer. Uddannelsesstrukturen er imidlertid med til at fastlægge, hvornår i skoleforløbet sorteringen bliver afgørende. Udviklingen i Danmark har således betydet, at den formelle sortering er udskudt til folkeskolens allersidste klasser. Før 1958-skoleloven foretog man allerede efter 5.klasse en skarp opdeling af eleverne i en boglig-orienteret gruppe, der kom i (eksamens)mellemskolen og resten, der kom i den (eksamens)fri mellemskole. Formodentlig var det dengang dansk grammatik og regning, der var de afgørende filterfag ved første sortering. Senere ved overgangen til gymnasiet kom latin og matematik stærkt ind i billedet.

Som det fremgår af disse eksempler, er et fags filterfunktion ikke ensbetydende med at faget snævert indholdmæssigt er centralt placeret i de efterfølgende uddannelsestrin.

Er det faget eller pigerne, der er problemet?

Problemet formuleres ofte som i denne overskrift, og umiddelbart er vi da tilbøjelige til at svare: "både og!"

På den ene side ønsker vi den kønsspecifikke opdragelse ændret, således at piger såvel som drenge i højere grad udvikler personlig autonomi kombineret med omsorg og ansvarlighed over for andre mennesker og for miljøet. Som nærmere diskuteret i kapitel 4 resulterer socialiseringsprocesserne i psykologiske kønsforskelle, som igen viser sig i pigers og drenges indlæringsstil og præstationer i bl.a. fysik.

På den anden side ønsker vi undervisningens indhold ændret (afsnit 10.3), således at der i højere grad tages hensyn også til pigers forudsætninger og behov.

Både faget, pigerne og drengene bør altså ændres, men egentlig er problemet i overskriften formuleret forkert. Hverken pigerne eller drengene i gymnasiet eller skolefaget fysik (eller dets lærere), er "skyldige" i snæver forstand. Fysikundervisningens kønspolariserende virkning er i høj grad bestemt af samfundets generelle kønsrolleopfattelse, af gymnasiets samfundsmæssige funktion og af den gældende uddannelsesstruktur. Og disse forhold er igen resultat af en historisk udvikling med tilhørende kulturelle og økonomiske aspekter. Disse overordnede sammenhænge bliver tydeligere ved sammenligning med forholdene i andre dele af verden.

Andre lande - andre forhold og andre problemer.

Vores udgangspunkt (kapitel 2) har været, at kønsforskellene mht. præstationer, interesser og valg af fag og uddannelse, der involverer fysik og teknik, følger et fælles mønster i

mange lande, og vi fremdrog særlige undersøgelsesresultater fra Nordeuropa, USA og Canada. Når sammenligningen udstrækkes til andre dele af verden, genfinder man stadigt dette mønster mange steder, bl.a. i Australien, New Zealand og mange afrikanske lande. Men der er også interessante afvigelser. Således er kvindeandelen i teknisk-naturvidenskabelige fag betydeligt større end hos os i Øst- og Sydeuropæiske lande og i visse lande i Asien og Latinamerika.

Det er meget vanskeligt at fremskaffe sammenlignelige statistiske oplysninger fra forskellige lande, hvilket bl.a. fremgår af en UNESCO-rapport om spørgsmålet (Harding, 1985b). I mange tilfælde er det uklart, hvad der regnes med til naturvidenskab eller til universitetsuddannelser, om indholdet er praktisk eller teoretisk, om uddannelsen sigter på forskning, undervisning eller ansættelse i industrien osv. Selvom tallene skulle være til rådighed, er det ikke umiddelbart rimeligt at sammenligne danske forhold med oplysninger fra et land, hvor problemet <u>også</u> er, at pigerne sjældnere end drengene modtager almen skoleundervisning. I andre tilfælde ligger der et skjult problem i, at kvinder især vælger uddannelsesretninger (f.eks. læreruddannelser i modsætning til ingeniør- og forskeruddannelser), som giver lavere status og løn, og som i højere grad rammes af arbejdsløshed.

Vi har ikke arbejdet systematisk med en sådan international sammenligning, og vi formulerer derfor kun nogle spørgsmål, som det ville være interessant at undersøge nærmere. Vores indtryk af situationen bygger hovedsageligt på personlige kontakter og skriftlige bidrag ved fire internationale konferencer samt den nævnte UNESCO-rapport.

Den større deltagelse af kvinder i teknik og naturvidenskab (inkl. fysik!) i Frankrig og Italien skal måske forklares som et resultat af opdelingen i rene pige- og drengeskoler ? Har det noget at gøre med en kultur, der er præget af katolicismen: med pigeskoler drevet af veluddannede nonner ? Måske hænger det sammen med en tradition for, at både pigers og drenges uddannelse er vigtig, og for at forældrene hjælper

deres børn og støtter dem i arbejdet med lektierne ? Og en tradition for at de franske børn lærer relativt meget matematik og fysik i skolen ?

Den største deltagelse af kvinder i teknik og naturvidenskab finder man i de østeuropæiske lande, og her kan forklaringen ikke være religionen, men derimod en bevidst indsats fra statens side både mht. påvirkning/kampagner og mht. bestemmelser for kvinders arbejdsvilkår (Belis 1987).

Også i Portugal er der relativt mange kvinder der kvalificerer sig i naturvidenskab og f.eks. tager en Ph.D. i fysik. Beatriz Ruivo (1987) forklarer det med henvisning til et meget stort behov for teknisk-naturvidenskabeligt kvalificeret arbejdskraft i lande, der på kort tid gennemlever en industrialiseringsproces. Det er almindeligt anerkendt, at kvinder må bidrage hertil, og at uddannelse er nøgleordet. Det er vanskeligt at generalisere fra situationen i Portugal (og en række andre lande), hvor det samtidigt er kendetegnende, at det kun er unge fra den sociale overklasse, der får en universitetsuddannelse. Alligevel er Ruivos forklaringsmodel nærliggende. Er det i virkeligheden ikke den, der forklarer situationen i østlandene ? Og i Egypten og enkelte andre arabiske lande, hvor der bestemt ikke er opnået ligestilling mellem kønnene, men hvor kvinderne alligevel har forbedret deres uddannelsesmæssige position (selv om analfabetismen stadig er dominerende) ?

I visse asiatiske lande, herunder Thailand (Klainin & Fensham 1987), er kønsfordelingen ligelig på både den humanistiske og den naturvidenskabelige linie i gymnasiet. Det forklares med flere faktorer: 1) en uddannelsesstruktur med få til- og fravalgsmuligheder, 2) at der er mange kvindelige lærere også i fysik og kemi, og ved 3) at familierne i almindelighed satser hårdt for, at både piger og drenge skal få en uddannelse. Uddannelsessystemet er konkurrencepræget, og det er ikke ualmindeligt, at familierne ansætter private hjælpelærere for at støtte deres børn. I øvrigt er det en erfaring i USA, at asia-

terne er én af de grupper af indvandrere, der uddanner sig og relativt hurtigt integreres i det amerikanske samfund.

Kønsroller, kultur og økonomisk udvikling.

Med disse spredte beskrivelser ønsker vi at understrege, at et flerdimensionalt sæt af kulturelle og økonomiske faktorer

Figur 10.2. En kvindelig fysikstuderendes evige dilemma i forsøget på at leve op til kravene som husmor, specialestuderende og lønarbejder.

spiller ind, og her er de økonomiske formodentlig ikke de mindst vigtige.

Det kan virke paradoksalt, at kønsforskellene i uddannelsessystemet er så store i de skandinaviske lande, hvor vi ellers på mange måder er kommet relativt langt med ligestilling af mænd og kvinder i det offentlige og private liv. F.eks. er næsten alle kvinder tilknyttet arbejdsmarkedet, ligesom tilfældet er i Østeuropa, men til forskel fra de fleste andre lande i verden.

En del af forklaringen ligger formodentlig i, at nutidens børn i meget høj grad passes og opdrages i børneinstitutioner i store aldershomogene grupper, hvor de tidligere legede sammen i mindre grupper på gaden eller på nabogården med både piger og drenge af forskellig alder. I vuggestuen og børnehaven etablerer børnene selv kønsrollenormer i en forenklet udgave, som de kan forstå. I denne forbindelse betyder reklamerne, Barbie- og Ken-dukker, popidoler osv. meget mere end forældrenes evt. samarbejde om opvask og rengøring (jvf. kapitel 7).

I de østeuropæiske lande lægger man tilsyneladende stor vægt på at skabe arbejdsbetingelser, der gør det muligt for kvinden at have fuldtidsarbejde samtidigt med, at hun fortsat har hovedansvaret for børn og hjem. Mange danske kvinder ønsker en mere konsekvent ligestilling, og det betyder inddragelse af nogle af mændenes privilegier. Det er ikke alle mænd, der er parat til denne ændring.

10.2. ANALYSER AF FAG OG INDLÆRING - ET RESUMÉ.

Nedenfor i afsnit 10.3 vil vi sammenfatte nogle vigtige hensyn og konkrete forslag til forbedring af både pigers og drenges udbytte af fysikundervisningen i gymnasiet.

Det drejer sig om kriterier for valg af indhold/emner, den faglige strukturering af stoffet, den pædagogiske tilrettelæggelse af arbejdet og ikke mindst om realiseringen af undervisningsprocessen i et menneskeligt varmt og trygt klima.

Disse emner er behandlet mest udførligt i kapitlerne 6, 5 og 8, men overvejelserne bag forslagene er stærkt forbundet med analyserne i kapitlerne 2, 3, 4 og 7. Vi indleder derfor med et kort resumé med hovedvægt på analysernes placering i sammenhængen.

Kønsforskelle i præstationer.

I rapporten har vi taget udgangspunkt i de observerede forskelle i pigers og drenges præstationer i særlige testsituationer og ved studentereksamen (kapitel 2). Inden for de naturvidenskabelige fag er disse kønsforskelle særligt store i fysik og især i "fagets hårde kerne", hvor der stilles krav om anvendelse af videnskabelige begreber i teoretisk analyse eller selvstændig problemløsning med anvendelse af matematik. Der optræder også klare kønsforskelle i andre fag, bl.a. historie, geografi og sprogfag.

Undervisningens kognitive krav.

En grundigere analyse i kapitel 3 søger at kaste lys over, hvad det er, der gør dele af fysikundervisningen særlig vanskelig. De høje kognitive krav indebærer bl.a., at eleverne skal beherske den formelle tænkning (i Piagets forstand), og meget tyder på, at mange af eleverne i 1.g ikke kan honorere dette krav. De skal forstå behovet for og selv kunne anvende formelle (dvs. ikke konkrete) modeller til forklaring af naturfænomener. De skal kunne operere med proportioner mellem fysiske størrelser, med modeller der indeholder flere uafhængige variable, og de skal forstå det vigtige samspil mellem teori og empiri/eksperiment. Hertil kommer så den vanskelighed, der ligger i, at begrebsrelationer og teorier formuleres i matematikkens sprog. Anvendelse af matematik på områder af virkeligheden er for de fleste meget vanskeligere end at ope-

rere efter kendte regler inden for et afgrænset matematisk univers.

Naturligvis tillempes kravene i praksis - hvor finder man i øvrigt en student, der fuldt ud mestrer disse emner ? Men kravene opretholdes nok i højere grad end i de fleste andre gymnasiefag, også mere end tilfældet er i f.eks. matematik, biologi og måske kemi. Kravene indgår implicit i det meste af undervisningsstoffet, således at eleverne fornemmer, at der mangler noget i deres forståelse, når læreren forsøger at gøre fremstillingen mere konkret. Det skaber utryghed og øger risikoen for blokering.

Strukturering af undervisningsstoffet.

De kognitive undervisningsproblemer i naturvidenskabelige fag har været genstand for en del forskning, og i kapitel 5 har vi præsenteret nogle af de resultater, som vi mener kan give inspiration til et videre praktisk forsøgsarbejde. Det drejer sig fortrinsvis om forsøg på at forbedre elevernes begrebsindlæring gennem en særlig strukturering af undervisningsstoffet. Betydningen af det konkrete valg af emner og anvendelser behandles derimod i kapitel 6.

De aspekter af fysikundervisningen, som er vanskelige for eleverne i almindelighed, synes at være særligt vanskelige for piger. Og ved særlige tests, der sigter mod at undersøge elevernes evne til formel tænkning, klarer piger sig dårligere end drenge (kapitel 2 og 3).

Kønsforskelle i evnen til "formel tænkning".

Evnen til formel tænkning synes ifølge en del empiriske undersøgelser at være kontekstafhængig. Det betyder, at et menneske kan være i stand til at tænke formelt inden for ét område, mens det ikke kan inden for et andet område. Udviklingen af et menneskes evner til formel tænkning sker formodentlig især inden for områder, som har dets interesse, og som det beskæftiger sig meget med (Piaget 1972).

Testopgaver med udgangspunkt i fysikproblemer vil give drengene en fordel. Mange drenge interesserer sig for fysiklignende emner og kan dyrke deres interesser med kammerater, således at der også herigennem opbygges et fagsprog og et socialt samvær. Noget tilsvarende gælder ikke for piger. Skulle en pige have interesse for sådanne emner, vil hun have vanskeligt ved at finde veninder at dele denne interesse med, og hun vil måske endda blive betragtet som lidt sær. Hendes udviklingsmuligheder på dette område er derfor langt mindre.

Traditionelt har mange opgaver til test af formel tænkning haft udgangspunkt i fysikproblemer. Dette forhold kan betyde, at mennesker, som har blokeringer over for fysik, men som kan tænke formelt inden for andre områder, klarer sig dårligere. Denne gruppe omfatter særligt mange piger. Blokeringerne kan f.eks. skyldes oplevelse af nederlag i faget på et tidligt tidspunkt og manglende elementære færdigheder (som regnefærdighed, praktisk færdighed o.lign.). Sådanne blokeringer over for et fagområde kunne afhjælpes ved specifik undervisning i de manglende færdigheder kombineret med en indsats for at løse de psykiske problemer, som er knyttet til blokeringerne (kapitel 8).

Kønsforskelle i indlæringsstil.

I kapitel 4 sætter vi fokus på kønsforskelle i de indlæringsprocesser, som er involveret specielt i de kognitivt krævende fagområder. Piger og drenge synes at udvikle forskellig "indlæringsstil" over for de særlige risikobetonede indlæringsprocesser. Et kompliceret samspil af kønsrolleforventninger i almindelighed og af (opdragelsesbetingede) psykologiske forskelle - bl.a. i motivation og selvtillid/autonomi - giver de to køn forskelligt udbytte af undervisningen. Et aspekt af kønsforskellen ligger i, at piger ofte er mindre tilbøjelige end drenge er til "at begive sig ud på dybt vand", til at prøve sig selv af i nye situationer.

Piger er mere defensive, og deres reaktioner er typisk udtryk for en "angst for at dumme sig". Drengene derimod er mere offensive i deres adfærd og præget af et "behov for at vise sig" og beherske situationen. Disse karakteristiske forskelle viser sig bl.a. ved, at piger har en tendens til at undervurdere egne præstationer i de fag, der har et maskulint image, mens drenge tilsvarende overvurderer sig selv. Piger har derfor et stadigt behov for at blive bekræftet. Endelig er der forskel i den måde, piger og drenge møder visse udfordringer på, og dette synes at spille ind ved indlæring af nye begreber.

I fysikundervisningen lægges der vægt på videnskabelige begreber, som i nogle tilfælde har en betydning, der er i modstrid med brugen af de tilsvarende dagligdags begreber. Indlæringen af sådanne begreber sker ikke ved simple indpasninger, men kræver, at eleven gennemlever en "krise" som resulterer i en omorganisering af den kognitive struktur. Denne proces ledsages ofte af en følelse af utryghed og manglende afklaring. Der forudsættes i virkeligheden en psykologisk "risikovillighed", som fysikundervisningen sjældent forbereder eleverne til.

Piger har svært ved at gå videre, når der er noget, de ikke har forstået helt til bunds. De føler utilfredshed og ubehag, og de har ikke drengenes tillid til eller erfaring for, at den dybere forståelse kommer gradvist - netop gennem anvendelse af begreber m.v. Herved blokeres læreprocessen, og ofte søger pigerne i stedet tryghed ved at gøre "det rigtige", det vil sige det, som de tror, læreren forventer af dem. Resultatet er, at piger er mere tilbøjelige end drenge til at ty til udenadslæren.

Pigernes indlæringsstil er i et vist omfang blevet belønnet i de mindste skoleklasser, men senere i fysik (og i det hele taget når kravene i mange fag ændres/øges i de større klasser) bliver pigerne alt for let tabere. Pigerne har på forhånd meget lille tillid til egne evner i et maskulint fag som fysik, og denne opfattelse bliver hurtigt "bekræftet" af nega-

tive erfaringer. Da pigerne desuden er mindre motiverede for disse fag, er forudsætningerne for at tage kampen op med forståelsesproblemerne ofte ikke til stede.

Denne forskel i pigers og drenges indlæringsstil er efter vores mening en del af forklaringen på kønsforskellene både i præstationer, interesser og i valgmønstre.

Samspillet mellem kognitive og affektive faktorer.

Gennem vores arbejde er det blevet stadigt tydeligere, at virkningen af undervisningen er et resultat af et kompliceret samspil af kognitive og affektive faktorer. Dette synspunkt er centralt i analysen af indlæringsstil, men det ligger i virkeligheden bag hele rapporten, og det kommer også frem i vores undersøgelse af hvilke emner, der især interesserer de to køn (kapitel 6). Både i fysik og i andre fag, der i mindre grad er belastet af et maskulint image, synes piger at være mindre interesserede i teoretisk, analyserende undervisning end drenge er. Dette hænger sammen med de involverede risikobetonede læreprocesser, men det hænger efter vores mening også sammen med arbejdsformerne i undervisningen. Pigerne er mere opmærksomme på arbejdssituationen i timerne end drengene er. Det er vort indtryk, at piger ikke bryder sig om arbejdsprocesser, hvor der ensidigt satses på abstrakte intellektuelle aktiviteter. De ønsker at lære ved hjælp af processer, hvor de kan involvere mange sider af deres evner og udtryksmuligheder.

Det er således yderst vanskeligt at adskille overvejelser om undervisningens indhold og faglige struktur fra den pædagogiske tilrettelæggelse og valget af arbejdsformer. Produkt og proces er gensidigt afhængige størrelser - også når det gælder elevernes bevidste og ubevidste reaktioner på undervisningen.

Kønsroller og undervisning.

Kønsrollerne påvirker undervisningen på mange måder, men undervisningen og skolen er også med til at cementere de gængse kønsrollemønstre (kapitel 7). Det er derfor nødvendigt at

arbejde for at synliggøre disse mekanismer for både lærere og elever. - Læreren må erkende, at der er kønsforskelle i indlæringsstil og motivation, og indrette sin undervisningsstil herefter.

I kapitel 8 sætter vi derfor fokus på den pædagogiske udfordring, der ligger i at udvikle en ændret undervisningsstil og skabe et trygt og stimulerende undervisningsklima, der tager hensyn til alle elever og giver både piger og drenge et bedre udbytte af undervisningen - følelsesmæssigt og intellektuelt.

10.3. ÆNDRING I DEN DAGLIGE FYSIKUNDERVISNING.

I det følgende vil vi sammenfatte nogle resultater og forslag, som har at gøre med undervisningens indhold, tilrettelæggelse og hele det pædagogiske klima.

Undervisningens indhold og pigers/drenges motivation.

Piger og drenge tiltrækkes af hhv. afviser forskellige typer af undervisningsemner. Dette er tydeligt i fysik, men mønstret genfindes i andre fag som dansk, samfundsfag og biologi (kapitel 6).

Undervisningens indhold og det perspektiv eller den tematisering, som det præsenteres i, har betydning for (1) elevernes umiddelbare interesse og for (2) deres oplevelse af faget som nyttigt for dem selv og/eller (3) som væsentligt eller relevant i bredere forstand. Pigers og drenges forskellige præferencer hænger sammen med, at de to køn motiveres forskelligt samtidigt med, at de møder undervisningen med forskellig erfaringsbaggrund. Det er vigtigt, at læreren og undervisningsmaterialet møder eleverne, hvor de står.

Især for piger er det vigtigt, at emnet fremtræder som vedkommende og væsentligt i en større sammenhæng end de aktuelle fysiktimer. Fagets relevans er ofte "indlysende" for drengene (og for læreren), mens dette ikke nødvendigvis er tilfældet for pigerne. Ved at interessere sig for fysik bryder en pige med de normer, der knytter sig til kvinderollen, og det er derfor særligt vigtigt for hende at kunne begrunde sin interesse med ideelle formål - over for andre og over for sig selv. For fysik og andre teoretisk funderede fag er dette ikke let, da der ofte er tale om en indirekte anvendelse eller kvalificering, men så meget desto mere er en begrundelse påkrævet.

I de seneste årtier har fysikundervisningen i gymnasiet været centreret omkring indlæring af videnskabelige begreber og lovmæssigheder, og anvendelseseksempler har været inddraget i begrænset udstrækning. Konsekvenserne af dette har været, at eleverne (både piger og drenge) ofte har vanskeligt ved at se, at fysikundervisningen er relevant for dem selv.

I disse år arbejdes der både i Danmark og i andre lande på i højere grad at lade undervisningen tage udgangspunkt i eller være organiseret omkring naturfænomener eller anvendelsesområder: temaorienteret undervisning.

Temaorienteret undervisning.

Der var hos begge køn større interesse for de temaorienterede forløb end for den traditionelle disciplinorienterede undervisning. Det viste sig ved en mere detaljeret analyse af de enkelte forløb, at drengenes interesser var bredere end pigernes. Pigerne blev ligesom drengene engagerede i emner om miljøspørgsmål eller emner, som havde relation til vore fysiske sanser. Derimod var pigerne i mindre grad interesserede i mere teoretiske, generelle emner og i teknisk betonede emner. Lignende forskelle er fundet i en engelsk undersøgelse, hvor man fandt, at de emner, som var populære hos pigerne, også havde drengenes interesse, men at pigerne interesserede sig for færre emner end drengene. I danske undersøgelser af forholdene i biologi og dansk har man fundet, at pigernes interesser koncentrerer sig om de nære spørgsmål af betydning for mennesker, mens drengene er interesseret i mere generelle teoretiske emner.

Denne forskel på pigernes og drengenes interesser er i overensstemmelse med pigers større behov for at opleve emnet som direkte relevant personligt eller for mennesker og miljø i almindelighed. At det også kan hænge sammen med andre forhold og derfor ikke er uforanderligt, antydes af nogle af vore observationer i projektklasserne:

* I en 1.gm-klasse, hvor pigerne udgjorde flertallet, var disse mere positivt engagerede i praktisk-tekniske temaer end tilfældet var for pigerne i de andre klasser.

* Piger med relativ stor selvtillid i skole/faglig sammenhæng synes i højere grad end andre piger at være interesserede i teoretiske og erkendelsesteoretiske spørgsmål.

Alt i alt ser det ud til, at der er gode muligheder for at forøge motivationen hos alle elever ved at inddrage velovervejede tematiserede undervisningsforløb.

De nødvendige erfaringer og færdigheder hos eleverne.

Forskelle i pigers og drenges erfaringer fra fritiden såvel som fra tidligere undervisning stiller naturligvis de to køn forskelligt mht. både motivation og faglige forudsætninger.

Det er derfor vigtigt at tilrettelægge undervisningen i 1.g således, at eleverne får mulighed for at erhverve de nødvendige basale erfaringer i undervisningstiden, samtidig med at den enkelte pige/dreng opnår tillid til, at hun/han faktisk besidder de nødvendige forudsætninger.

Det vil formodentlig være en fordel, at fysiklærerne på en skole samarbejder om at formulere de forudsætninger, som man regner med, at eleverne har. Naturligvis skal gymnasiet møde eleverne, hvor de faktisk står. Men det er vores erfaring, at man som lærer let undervurderer vanskelighederne ved at tage hensyn hertil. Det er ikke tilstrækkeligt at udspørge eleverne i klassesituationen.

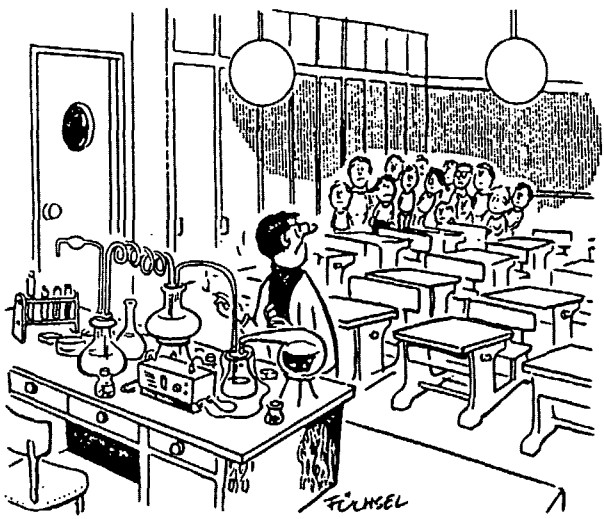
Selv om mange emner og begreber har været behandlet tidligere og ofte eksperimentelt, kan det være nyt for eleverne, at der nu lægges stor vægt på at fortolke de eksperimentelle resultater og på at beskrive og begrunde arbejdsgangen i forsøget. Det er vores erfaring, at piger er meget glade for eksperimentelt arbejde, specielt når det ikke blot gælder om at nå hurtigt frem til et eller andet resultat, men der også gives mulighed for at overveje og gennemføre processen seriøst og efterbehandle det samlede forløb i en rapport. Dette bekræftes af udenlandske resultater, og i en række undersøgelser har det vist sig, at piger scorer højere end drenge, når det gælder aspekter af tilrettelæggelse og gennemførelse af eksperimentelle undersøgelser.

Betydningen af negative erfaringer.

Det er ikke kun elevernes positive erfaringer (eller mangel på samme), der skal tages i betragtning ved undervisningens til-

rettelæggelse. De negative erfaringer er mindst lige så vigtige.

Nogle fysikemner er mere end andre forbundet med et maskulint image. Således synes elektricitetslære umiddelbart at være forbundet med drenge og teknik, og meget lidt med miljø og mennesker. Da piger ofte har haft ubehagelige oplevelser med netop dette emne i folkeskolens fysikundervisning, er de to køn på forhånd forskelligt stillet, når dette emne tages op i gymnasiet.



Vi mener ikke, at man for pigernes skyld skal undlade at undervise i elektricitetslære eller andre emner med maskulint image. Der er da også en del lærere, der melder om gode erfaringer med eksperimentelt tilrettelagte el-læreforløb. Men det er vigtigt, at læreren er specielt opmærksom på den barriere, der kan være for pigerne, og gør en særlig indsats for at nedbryde denne.

I kapitel 8 har vi beskrevet positive erfaringer med en sådan særlig indsats i et el-lære forløb.

I begyndelsen af 1.g, hvor eleverne endnu ikke er sikre på sig selv og deres rolle på den nye skole og blandt de nye kammerater, er det særligt vigtigt at undgå de emner i fysikundervisningen, som med stor sandsynlighed får en del piger til at blokere over for faget. Under de hidtil gældende bestemmelser har vi haft gode erfaringer med at indlede med energi og varmelære - et emne med mange anvendelser, der opleves som vedkommende af både piger og drenge. Med de nye læseplaner åbnes der flere muligheder for introduktionsforløb, der kan vække alle elevers interesse.

Problemet med de høje krav.

De høje krav til abstraktion og formel tænkning, som karakteriserer gymnasiets fysikundervisning, er analyseret i kapitel 3 og kort resumeret i afsnit 10.2.

Det er naturligvis vigtigt at nedsætte kravene til abstraktion så meget som muligt i begyndelsen af 1.g, og her kan mere anvendelsesorienterede undervisningsemner være en hjælp. Man skal dog være opmærksom på, at der bagefter skal arbejdes bevidst med en generalisering og systematisering af begreber og viden, som introduceres i konkrete anvendelsessituationer. Ellers risikerer man, at den opnåede viden forbliver usammenhængende, og der opstår en følelse af mystifikation og utryghed hos det flertal af eleverne, der ikke selv er i stand til at gennemføre denne proces. Deres muligheder for kognitiv udvikling bliver derved reduceret stik imod lærerens intention.

Det er af største betydning, at læreren konstant er opmærksom på de problemer, som uvilkårligt vil opstå pga. kognitive krav, som ikke er tilpasset elevernes forudsætninger. Selv med nøje tilrettelagt progression i undervisningen vil disse problemer hele tiden være til stede i det mindste for en del af en klasses elever.

I denne sammenhæng finder vi, at Ausubels teori om undervisningstilrettelæggelse og meningsfuld indlæring kan give nyttig

inspiration (kapitel 5). Denne teori tager først og fremmest hensyn til de kognitive aspekter af indlæringen og må således suppleres med andre overvejelser, der også inddrager de vigtige affektive forhold.

Meningsfuld indlæring.

Et centralt begreb i Ausubels teori er meningsfuld indlæring i modsætning til udenadslæren. Kun hvis noget indlæres meningsfuldt, vil det kunne anvendes sammen med anden viden i nye situationer. Meningsfuld indlæring forudsætter, at den nye viden integreres i elevens kognitive struktur, som eventuelt må ændres under denne proces. De fleste fysiklærere vil kunne fremdrage mange eksempler på viden, som eleverne ofte ikke lærer meningsfuldt, og som derfor kun kan anvendes i situationer der ligner den, der blev benyttet ved undervisningen. Den manglende integration af ny viden i elevens kognitive struktur giver sig også udtryk i den ofte beskrevne uoverensstemmelse mellem elevernes hverdagsbegreber og de videnskabelige begreber.

Vi vil her resumere nogle af de forslag, der er fremsat af Ausubel og andre, med henblik på at gøre elevernes indlæring *meningsfuld*.

Det er vigtigt, at der i undervisningen satses på at lade eleverne forklare og reformulere begreberne og teorierne med deres egne ord, således at de bliver tvunget til at sætte de nye begreber i relation til deres eksisterende kognitive struktur. Denne "verbalisering" af det nye stof bør ske både mundtligt og skriftligt, f.eks. i forbindelse med forberedelse af eksperimentelt arbejde og senere ved rapportskrivning eller i forbindelse med opgaveregning, der også inkluderer åbne, begrebsorienterede spørgsmål. Men det kræver god tid og omhyggelig feed-back fra lærerens side. Til gengæld vokser pigernes engagement, når der lægges vægt på både proces og produkt, og når de mærker, at deres bidrag bliver behandlet seriøst.

Meningsfuld indlæring af et begreb indebærer, at man får kendskab til mange forskellige anvendelser af dette begreb. Man har f.eks. ikke lært kraftbegrebet blot ved at få at vide, at en kraft ændrer et legemes hastighed ifølge Newtons 2.lov, og at kraft måles i enheden Newton. En rimelig meningsfuld indlæring af dette begreb kræver, at man lærer flere forskellige kræfter at kende og undersøger deres virkning på forskellige legemer i forskellige situationer. Man skal opbygge et meningsreservoir for begrebet.

I denne sammenhæng er det imidlertid vigtigt, at læreren gør sig klart og eksplicit formidler til eleverne, at viden er dynamisk, at der ikke er noget der hedder den endelige fuldstændige forståelse af et begreb. Vi er allesammen nået til en vis grad af forståelse, men bredden og dybden af forståelsen er meget forskellig fra individ til individ. Læreren må altså ved planlægning af undervisningen gøre sig klart, hvilke typer af forståelse, der kan stilles krav om hos den pågældende elevgruppe. Det bedste er naturligvis, at forskellige elever kan få udbytte på forskellige niveauer afhængigt af deres forudsætninger.

Det er vigtigt, at også eleverne fornemmer, hvad det vil sige "at forstå" i den pågældende sammenhæng. Eleverne skal også lære at acceptere den følelse af frustration, man kan have, når man forstår lidt af et emne, men føler at der er mange dybere lag, som man ikke har fattet. De skal have at vide, at det er en naturlig del af læreprocessen, som man skal forsøge ikke at lade sig blokere af (kapitel 4 og 5). Mange elever i 1.g har ikke tidligere oplevet denne følelse af frustration, og nogle - ikke mindst piger - kan være tilbøjelige til at lade sig stoppe af den.

Ausubel understreger betydningen af konsolidering af de enkelte led i et undervisningsforløb, før man går videre til næste led. I konsolideringsperioden er det vigtigt at påvise sammenhænge mellem det nye stof og det tidligere indlærte stof. Samtidigt er det nødvendigt med perioder, hvor man bruger tid på hygge og morskab. Dette understreges bl.a. af Ziehe og

Stubenrauch, som mener at lysten til at lære nyt ødelægges, hvis behovet for gentagelse og afslapning ikke tilgodeses jævnligt. I den nuværende fysikundervisning er pensumkravene så store, at lærerne alt for sjældent kan tillade sig at lave konstruktive pauser i gennemgangen af nyt stof.

Et af Ausubels hovedpunkter (kapitel 5) er, at undervisningen bør struktureres således, at emnets overordnede begreb "ankerbegrebet" først introduceres, og derefter skal der undervises i de mere underordnede begreber. En evt. hierarkisk opbygning af begrebsapparatet eller eksistensen af parallelle begreber bør klart fremdrages for eleverne.

En undersøgelse af virkningen af en sådan eksplicit begrebsstrukturerende undervisning viste, at denne type undervisning gavnede personer (og blandt dem især piger) som var tilbøjelige til at føle, at deres succes med et stykke arbejde ikke så meget afhænger af egen indsats som af held, skæbnen eller andre ydre faktorer, der er uden for kontrol. Personer, som i større udstrækning oplever, at succes afhænger af deres egen indsats, er tilsyneladende mere tilbøjelige til selv at strukturere deres indlæring. Denne forskel i personers forklaring på succes (og fiasko) indgik netop i karakteriseringen af hhv. pigers og drenges indlæringsstil i kapitel 4.

I 1970'erne blev der advokeret stærkt for "opdagende indlæring" og projektarbejde. Det vi har refereret af Ausubels teorier drejer sig ikke om disse undervisningsformer, men snarere om de undervisningsforløb, der kan karakteriseres som "receptiv indlæring". Begge typer arbejde vil imidlertid - rigtigt anvendt - kunne resultere i meningsfuld indlæring. Blot skal man være opmærksom på, at "opdagende indlæring" i naturvidenskabelige fag ofte vil stille store krav til elevernes evner til formel tænkning. Man risikerer derfor at lade de elever, som oftest anvender konkret tænkning, i stikken, hvis der ikke tages særlige hensyn hertil. Disse problemer må afvejes over for de motivationsfordele, der kan være ved andre arbejdsformer. I øvrigt fremhæver Ausubel også i forbindelse

med receptiv indlæring betydningen af elevens motivation og vilje til at opnå meningsfuld indlæring.

Koblingen mellem affektive og kognitive faktorer.

Indlæringen afhænger ikke alene af undervisningens tilrettelæggelse i overensstemmelse med elevernes faglige forudsætninger, men er i høj grad også afhængig af en række følelsesmæssige forhold. Måske er denne kobling af affektive og kognitive faktorer af særlig stor betydning for piger.

Det er væsentligt for mange piger, at de har anledning til at anvende mange sider af deres personlighed i arbejdsprocessen. De reagerer derfor negativt på kravet om alene at beskæftige sig med de rent intellektuelle aspekter og herved udelukke andre oplevelser og følelser. Det ser ud til, at drenge i højere grad er i stand til at afkoble de affektive aspekter fra de kognitive i indlæringssituationen - i overensstemmelse med undervisningstraditionen i fysik og beslægtede fag.

Det er nødvendigt, at eleven bevidstgøres om disse sammenhænge, for kun gennem en integration af de intellektuelle og følelsesmæssige aspekter af læreprocessen kan hun/han opleve skolearbejdet som meningsfuldt og opnå egentlig indlæring (jvf. kapitel 8). Denne bevidsthed og i det hele taget motivationen for indlæringen vokser, hvis eleverne efter ethvert undervisningsforløb (af nogle ugers eller måneders varighed) skal "stå til regnskab for", hvad de mente, de fik ud af det, og for hvilke følelser de havde undervejs.

Løbende evaluering.

Man kan lade eleverne evaluere ethvert undervisningsforløb både skriftligt og mundtligt. Ved at foretage den skriftlige evaluering først, får alle elever - også de tilbageholdende piger - lejlighed til at udtale sig, og iøvrigt har de så fået mulighed for at gennemtænke svarene til den mundtlige evaluering i fred og ro. Pigerne viser sig at være meget mere omhyggelige i deres besvarelser af evalueringsskemaerne end dren-

gene. Dette giver læreren en meget vigtig kilde til forståelse af, hvad pigerne mener om og ønsker af fysikundervisningen. Det er naturligvis af allerstørste vigtighed, at eleverne i de næste forløb kan mærke, at læreren har taget højde for deres kritikpunkter fra det foregående forløb.

Det er vigtigt at få eleverne til at erkende, at vejen til at lære noget kan rumme ulystbetonede etaper, men at man bagefter, når det er lykkedes, oplever en stor tilfredsstillelse. Hvis man først én gang er kommet helskindet gennem en vanskelig indlæringsproces, er det lettere at overvinde sig selv næste gang.

Undervisningsklimaet.

Meningsfuld indlæring af ny viden kræver altså et vist personligt mod, selvtillid samt villighed til at løbe en risiko. Vi har derfor på forskellig måde forsøgt at forbedre undervisningsklimaet, for at give eleverne en større følelse af tryghed i undervisningssituationen, således at de tør åbne sig for nye begreber (jvf. kapitel 8).

Det er vigtigt med en hyggelig stemning, hvor ingen elever er bange for at stille "dumme spørgsmål", og hvor ingen risikerer at blive spiddet på smarte bemærkninger. Læreren bør overveje sin spørgeteknik ved klasseoverhøring, og så vidt muligt undgå, at et ufuldstændigt svar fra en pige bliver suppleret af en dreng.

Emnerne i fysikundervisningen kan i nogle tilfælde knytte an til elevernes hverdagserfaringer, men de bliver aldrig personorienterede i samme forstand som det kan lade sig gøre f.eks. i dansk eller samfundsfag. Det resulterer ofte i, at faget og dermed fysiklæreren selv bliver opfattet som "kold" og upersonlig. Det er derfor nødvendigt at prøve at ændre stemningen omkring faget.

Også ydre forhold som indretningen og den manglende udsmykning af fysiklokalerne kan indirekte være med til at gøre stemningen upersonlig. I nogle situationer kan en kop te være med til at give en mere åben og hyggelig stemning. Et kort musikstykke ved timens start, kan lette elevernes omstilling fra forrige time eller frikvarter til det, der nu skal komme, og herved øge koncentrationen på en god måde. I øvrigt er det vigtigt at læreren benytter de midler, som falder naturligt for at vise, at hun/han også er et almindeligt menneske med særlige interesser osv. (udover de "tørre" fysikformler!)

Undervisningsformer.

Vi kan ikke fremhæve én undervisningsform som mere "pigevenlig" end andre. Vore anbefalinger angående evaluering, undervisningsklima og hensyntagen til elevernes følelsesmæssige engagement m.v. har relevans både ved traditionel klasseundervisning og ved andre undervisningsformer. Vi mener, at det er vigtigt at benytte sig af en række forskellige arbejdsformer, som kan udvikle elevernes kreativitet og selvstændighed. Elevernes samarbejde i små grupper om opgaveregning og eksperimentelle undersøgelser vil formodentlig altid have en stor vægt i fysikundervisningen. Men ikke mindst de nye temaorganiserede undervisningsforløb vil lægge op til mere udbredt anvendelse af andre former for gruppearbejde, elevforedrag, ekskursioner osv.

Et positivt og trygt undervisningsklima er en god forudsætning for, at disse mindre lærerstyrede arbejdsformer kan udnyttes fuldt ud, og for at eleverne selv påtager sig ansvaret for en del af arbejdet. Positive forløb, som har inddraget eleverne på en ny måde, og trukket på andre ressourcer hos dem end sædvanligt, vil også virke positivt tilbage på undervisningsklimaet i almindelighed.

Konfluent pædagogik.

I den såkaldte konfluente pædagogik har vi fundet nogle ideer, der lægger op til en ændret undervisningsstil, der angriber nogle af de problemer, vi har opridset i det foregående. Konfluent betyder sammenflydende, og i konfluent undervisning prøver man at få både de intellektuelle og de følelsesmæssige aspekter i indlæringen til at flyde mod samme mål. Men for at dette kan lade sig gøre, må man lære eleverne at være opmærksomme på deres følelser, når de arbejder med et bestemt emne. I kapitel 8 redegør vi også for vore egne positive erfaringer med konfluente introduktionsforløb til nye emner i fysik.

Vi har endnu kun få erfaringer med anvendelse af den konfluente pædagogik i fysikundervisningen, men at indlede et nyt emne på denne måde har vist sig at være en succes over for både piger og drenge. Ved disse introduktioner er der skabt forbindelse til det, eleverne på forhånd ved om emnet, og alle elever mærker, at de allerede har gjort nogle væsentlige erfaringer om emnet. Samtidig udvides elevernes meningspotentiale, og det bliver muligt og oplagt for læreren at inddrage pigernes erfaringer på lige fod med drengenes.

En meget benyttet arbejdsform i konfluent pædagogik er brugen af "fantasirejser". Når man rejser i fantasien, ophæves grænser for tid og rum. Man rejser til steder nær og fjern i fortid, nutid og fremtid.

Vi har anvendt fantasirejser i introduktionen til et årsprøveprojekt (om "den nære astronomi"), hvor det havde en god virkning. Man kan sige at det virkede "inkluderende", således at alle elever kunne bidrage til samtalen bagefter.

Hvis man i det væsentlige holder sig til en intellektuel behandling af stoffet, vil dette let opleves som, at man skal præstere noget, der skal vurderes eller kategoriseres som rigtigt eller forkert. Ved en fantasirejse har vi både et intellektuelt arbejde med stoffet - noget der er en forudsætning for en udbytterig fantasirejse - og selve oplevelsesaspektet. Herved opnås i sjælden grad den integration af affek-

tive og kognitive aspekter, som især pigerne trives dårligt uden. Ved den efterfølgende bearbejdning af elevernes oplevelser får også pigerne anledning til at bidrage med deres prioriteringer og synsvinkler, som herved synliggøres. I øvrigt er det vores erfaring, at både piger og drenge deltager aktivt og er tilfredse med inddragelsen af fantasirejser.

Ingen løsninger, men masser af udfordringer!

Denne rapport indeholder mange analyser og kun få konkrete handlingsforslag. Men det ligger i problemets natur. Der findes ingen mirakelkur i form af særligt undervisningsindhold eller bestemte pigevenlige arbejdsformer, der løser alle problemer, selv om der er grund til at arbejde med både undervisningens indhold og form.

Det er nødvendigt med ændringer og fornyelser på mange områder under hensyntagen til de konkrete forudsætninger i faget og hos lærer og elever. Analyserne kan så forhåbentlig tjene til at øge bevidstheden om de indvirkende mekanismer og derved virke som inspiration til handlinger. Den endelige dom må imidlertid fældes på baggrund af erfaringer i klassen. Hverken vi eller diverse fagudvalg kan ændre undervisningsstilen i fysik.

Her spiller læreren hovedrollen.

Vi vil dog gerne understrege, at vi ikke anser læreren for at være den hovedskyldige i den kønspolariserende virkning af undervisningen. Men det er læreren, der har nøglen til den - begrænsede - ændring i kønspolariseringen, der overhovedet kan realiseres i den daglige undervisning under de givne betingelser, jvf. afsnit 10.1. Det er bl.a. læreren, der skal bevidstgøre eleverne, og det er læreren, der skal eksperimentere med sin undervisningsstil. Det helt afgørende bliver så, at læreren er i besiddelse af en høj grad af lydhørhed over for både pigers og drenges reaktioner og behov.

10.4. ER P & F-PROBLEMET LØST MED GYMNASIEREFORMEN I 1988 ?

Dette indtryk har man kunnet få af de udtalelser, som undervisningsminister Bertel Haarder og direktøren for Gymnasiedirektoratet er fremkommet med i medierne. Men er dette budskab holdbart? - Vi vil i det følgende give vores bud på konsekvenserne af 1) ændringen i gymnasiestrukturen og 2) de ændrede bestemmelser for fysikundervisningens indhold.

Plus og minus ved den nye struktur.

Selve overgangen fra gymnasiets nuværende grenstruktur til en valgfagsstruktur vil formodentlig ikke formindske forskellen i de to køns tilbøjelighed til at vælge den fagkombination, der giver den højeste reelle studiekompetence i videregående tekniske eller naturvidenskabelige uddannelser (jvf. kapitel 9). I Finland har man oplevet en nedgang i andelen af piger, der vælger fysik på højeste niveau i gymnasiet fra 60 % til ca. 30% (!), og denne valgprocent er ikke steget med indførelsen af et tilvalgsgymnasium (Räsänen 1987).

Den nye danske gymnasiestruktur giver øgede muligheder for at kombinere matematik på højt niveau med andre fag end fysik. Resultatet heraf kan meget vel blive, at mange piger og en del drenge vælger denne mulighed, og at antallet af elever, der vælger både matematik og fysik på højeste niveau, derfor falder. Som vi har argumenteret for (kapitel 9) medfører det høje niveau i fysik med vægt på selvstændig opgaveregning og den hermed forbundne træning i anvendelse af matematik, at eleverne er bedre rustet til mange videregående uddannelser.

Andre træk ved den nye gymnasiestruktur må imidlertid betegnes som et fremskridt i forhold til den tidligere grenstruktur.

I 1. og 2.g bliver både matematik og fysik obligatoriske fag fælles for alle elever på den matematiske linie. På den sproglige linie indføres et nyt obligatorisk "naturfag" i 1. og 2.g

med bidrag fra matematik, fysik og kemi. Udover valget af linie ved indgangen til gymnasiet skal der således ikke foretages til- eller fravalg af matematik og fysik før efter 2.g.

Denne struktur giver bedre muligheder for en pædagogisk tilrettelæggelse af undervisningen på det obligatoriske niveau, og da undervisningen foregår i stamklasser, vil der blive stærkt forbedrede muligheder for samarbejde med andre fag (herunder dansk, historie og biologi). Forhåbentligt vil dette føre til færre tilfælde af nederlagsfølelse over for fysik, og til en bedre almen forståelse for, at fysik også er et "kulturfag" og ikke kun et redskab for kommende tekniske eksperter.

Nye "læseplaner" for fysik.

Muligvis inspireret af debatten om ligestilling og om "piger & fysik" nedsatte undervisningsministeren i efteråret 1985 et udvalg mhp. *ændringer i gymnasiets fysikundervisning*. Udvalget afgav betænkning i februar 1987 (Tema 7, 1987), og derefter har et andet udvalg omsat hovedlinierne i forslaget til den nye bekendtgørelse og undervisningsvejledning, som skal ledsage strukturreformen. (Folkeskolens fysik/kemiundervisning har været behandlet parallelt i et særligt udvalg.)

Hovedtrækkene i den nye ordning er: 1) det obligatoriske kernestof beskæres, 2) undervisningen skal udover kernestoffet behandle fem dimensioner, der tilsammen belyser fysikkens anvendelsesområder og fysikkens kulturelle-samfundsmæssige rolle, 3) der skal indføres tematiske undervisningsforløb, som veksler med systematiske blokke, 4) der lægges større vægt på opgaveregning allerede på det obligatoriske forløb, og endelig 5) sker der ændringer i det eksperimentelle arbejde, så der bliver lagt større vægt på selvstændighed og længerevarende opgaver.

Der er grund til at tro, at en undervisning efter disse retningslinier kan betyde øget motivation hos eleverne. Den temaorganiserede undervisning kan medvirke til at give et kla-

rere billede af fagets praktiske anvendelser såvel som dets mere generelle eller indirekte betydning for teknologiudviklingen. Karakteren af videnskabsfagets resultater og disses betydning ideologisk og filosofisk skal også inddrages.

Disse indholdsbestemmelser giver bedre end de tidligere mulighed for at fremhæve undervisningsemner, som også kan tilfredsstille pigers krav om relevans og sammenhæng.

På den anden side er det vigtigt at fremhæve, at samtidigt med at faget bliver mere relevant, kan det også blive vanskeligere - både for læreren og for eleverne. I alt fald hvis de forskellige dimensioners krav tages alvorligt. Realiseringen af disse intentioner rummer derfor enorme faglige og pædagogiske udfordringer for gymnasiets fysiklærere. Udover de rent faglige vanskeligheder med på kort tid at udvikle undervisningsmateriale til de nye krav, er der nogle oplagte risikomomenter: Bliver drengene (og læreren!) for begejstrede for teknikken for dens egen skyld, er der stor risiko for at pigerne dropper ud. Og lægger man for stor vægt på de væsentlige overordnede sammenhænge bliver faget dobbelt svært: På den ene side vanskeligt som fysik hele tiden har været, og på den anden side svært på samme måde som verbalt-analyserende fag f.eks. historie er det (jvf. kapitel 2).

Hvad med den ændrede undervisningsstil?

Det er vanskeligere at sikre, at undervisningsklimaet og hele undervisningsstilen ændres under hensyntagen til vekselspillet mellem de kognitive og affektive faktorer, som vi har argumenteret for i denne rapport. Denne del af udfordringen er mindre håndgribelig, men mindst lige så påkrævet, hvis det for alvor gælder om at gøre undervisningen positiv for både piger og drenge.

Det kræver tid og opmærksomhed fra lærerens side at skabe betingelser for meningsfuld indlæring af det teoretiske stof, og fremtiden skal vise, om pensumpresset er blevet reduceret tilstrækkeligt med de nye bestemmelser. Mulighederne for at

lægge vægt på "verbalisering" og "reformulering" af nye formelle begreber er forbedret med den nye ordning for det eksperimentelle arbejde og bestemmelserne for opgaveregning på obligatorisk niveau. Det skal sikres, at der også i praksis bliver tilstrækkelig tid til gennemarbejdning af elevernes besvarelser og til etablering af den nødvendige dialog om forståelsesproblemerne mellem læreren og den enkelte elev.

Sammenfattende betyder den forestående gymnasiereform nok flere plusser end minusser for fysikundervisningen, og vi imødeser med spænding den herved accellererede faglig-pædagogiske udvikling. Mange lærere er gået ind i et stort udviklingsarbejde med at forny undervisningsindholdet. Samarbejde herom i regionale arbejdsgrupper og inspiration og støtte til lærerne gennem deltagelse i efteruddannelseskurser vil formodentlig betyde væsentlige forbedringer af fysikundervisningen i de kommende år.

Mange fysiklærere - både kvindelige og mandlige - vil gerne samtidig sikre, at både pigers og drenges behov tilgodeses i undervisningen. Selv om viljen er tilstede, er det imidlertid ikke sikkert, at der i praksis er overskud til at arbejde med de nødvendige, men mindre håndfaste ændringer af undervisningsstilen. De store krav om indholdsmæssige fornyelser og usikkerheden om, hvordan de nye krav skal praktiseres, vil beslaglægge megen opmærksomhed og energi. Under alle omstændigheder er der ingen grund til på nuværende tidspunkt at erklære "piger & fysik"-problemet for løst.

10.5. EN FÆLLES UDFORDRING PÅ TVÆRS AF FAG OG KØN.

Vi har ovenfor diskuteret mulighederne for ændring af fysikundervisningen i gymnasiet med henblik på en formindskelse af fagets kønspolariserende effekt. Men vi har også argumenteret for, at når den kønspolariserende virkning er særlig stor i skolefaget fysik, så er det på grund af et særligt samspil af

generelle faktorer, som også spiller ind i andre fag. Derfor kan mange af de forslag og hensyn, som vi har fremhævet for faget fysik formodentlig overføres til andre af gymnasiets fag.

Diskussionen bør ikke alene foregå parallelt i de enkelte fag, men også på tværs af grænser mellem fag og køn. Det fælles problem bør opfattes som en fælles udfordring.

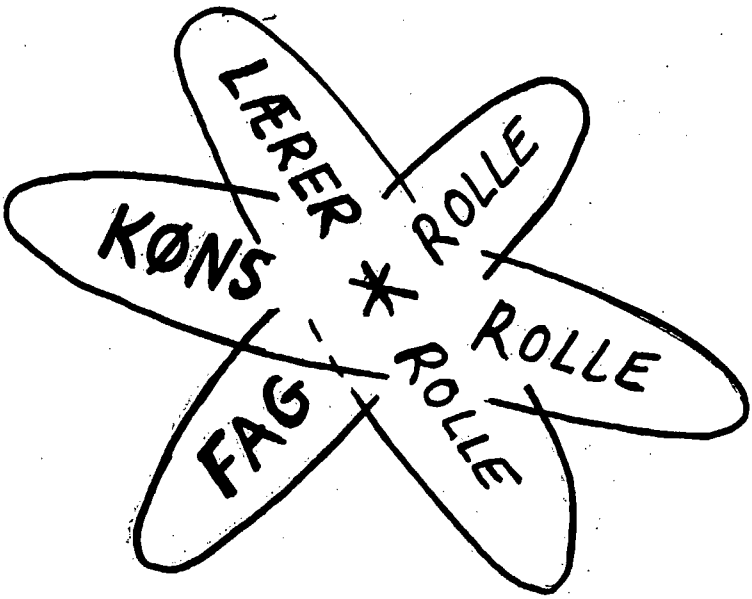
Når skolen medvirker ved formidlingen af de gængse kønsrollemønstre, kan skylden ikke alene placeres på undervisningstraditionen i de enkelte fag. Årsagen skal i lige så høj grad findes i de opfattelser af andre fag, som præger den enkelte lærer, og som han/hun formidler videre til eleverne - mere eller mindre ubevidst. I nogle tilfælde kan man tale om, at lærerværelset er opdelt svarende til "de to kulturer", jvf. kapitel 1.

Nyt humant gymnasium

Det er således påfaldende, at forfatterne til Politikens kronik den 24/8 1987 "Et nyt humant gymnasium" taler om nødvendigheden af at de humanistiske fag i gymnasiet samarbejder om at bidrage til de unges forståelse af deres egen placering i en historisk udvikling (herunder samspillet mellem den videnskabelige revolution, ideologi og samfundsudviklingen i renaissancen), uden på nogen måde at antyde, at fysik og andre naturvidenskabelige fag kunne have et væsentligt bidrag hertil! - Tilsvarende fordomme om de humanistske fag findes naturligvis hos nogle naturvidenskabslærere.

Alt for ofte opfatter man sit eget fag som bidragende til erkendelsesudvidelse, mens andre fag alene giver snævre instrumentelle færdigheder. I nogle tilfælde udstrækkes de ste-

reotype fagopfattelser til fordomme om de personer, der repræsenterer fagene. Den enkelte lærer på lærerværelset mødes i første omgang som repræsentant for en "fagrolle" og en "kønsrolle", og kun i mindre målestok som bærer af en række personlige egenskaber. I værste fald forventes en tekniker eller fysiklærer at være udstyret med "Peter Pan personlighed", som beskrevet i kapitel 4.

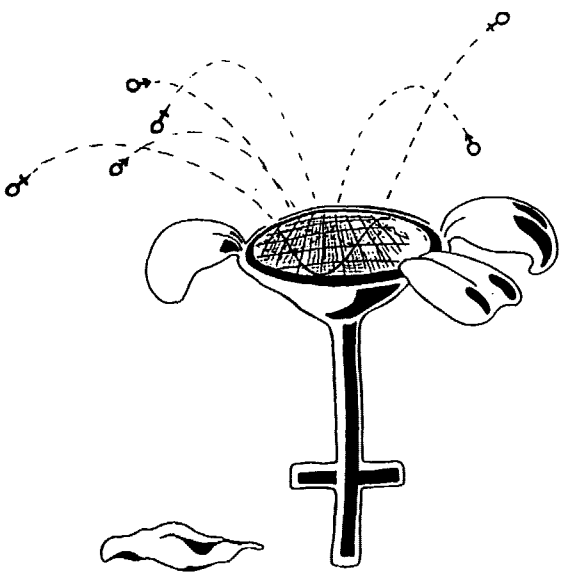


Der er grund til at modarbejde sådanne uhensigtsmæssige opsplitninger, thi lærere i forskellige fag har meget at give hinanden. Forskellen i faglig baggrund skal vendes til en styrke, som giver øgede ressourcer til den nødvendige pædagogiske nytænkning. Det kræver forståelse for andre fags karakter og funktion, og det kræver tillid til de enkelte personers intentioner.

I forbindelse med "piger & fysik"-problemet er det vanskeligt at bygge bro mellem de mest ekstreme positioner: (1) kvindeforskere, som ud fra en snæver feministisk synsvinkel angriber

mandlige forskere og deres maskuline naturvidenskab, og (2) mandlige lærere og naturvidenskabsmænd, som ser det som kvindernes eget problem at de er uinteresserede i teknik og naturvidenskab. I stedet for at inspirere eller udfordre hinanden vender de to parter ryggen til de reelle problemer. Men heldigvis er disse positioner ikke længere de dominerende.

Vi ønsker, at skolen og undervisningen skal blive mere "pigevenlig" på en måde, som vi er overbevist om, vil gavne både piger og drenge. Vi ser det som en nødvendighed, at kvinder og mænd - humanister, samfundsfagsfolk og naturvidenskabsfolk - arbejder sammen mod et fælles mål. Det har været én af de meget positive oplevelser under arbejdet med dette projekt, at vi i stigende grad har følt os som deltagere i et sådant spirende samarbejde - nationalt og internationalt.



BILAG OG LITTERATUR.

BILAG A.

Karakterundersøgelser i gymasiet.

A.1. FEMININE OG MASKULINE GYMNASIEFAG.

Følgende er uddrag fra F.V. Jensen og O.P. Winther (1980):

I tabel VI.9 har vi lavet en opstilling af stratosværdier til belysning af, hvorledes de forskellige fags karakterer varierer med køn. På hver gren har vi betragtet populationen af drenge og piger. Først har vi beregnet stratosværdi for drengene relativt til pigerne i hvert enkelt fag, og derefter har vi fratrukket den tilsvarende stratosværdi på studentereksamensgennemsnittene. Et positivt tal i en rubrik betyder således, at drengenes karakterer i dette fag i forhold til pigernes er bedre end gennemsnitligt for alle fag.

Gren for gren tegner sig følgende billede for de enkelte fag:

	Stærkt maskulint	Svagt maskulint	Middel	Svagt feminint	Stærkt feminint
Mat.sam.	geo, hi, sam	old, fys, s.sam	da, s.da bio	eng, kem, mat	fra, s.mat
Mat.nat.	s.bio, hi	geo, bio, fys	kem, s.mat	da, s.da, eng, old, s.mat	fra
Mat.fys.	hi, s.fy	fys, bio, geo	s.da, kem, s.mat	da, mat	eng, fra, old
Spr.ny.	hi	da, s.da s.eng	eng, ty, old, geo, bio	fra, s.ty	la, mat
Spr.sam.	-	hi	da, s.da, eng, s.en, sa, s.sam	geo, bio	fra, old, mat

A.2. FAGKARAKTERER FORDELT PÅ KØN, LINIER OG GRENE.

Følgende tabeller er aftrykt fra Hermann & Høj (1987) og bygger på undersøgelser udført af Finn V. Jensen og Jens Møller Pedersen (AUC).

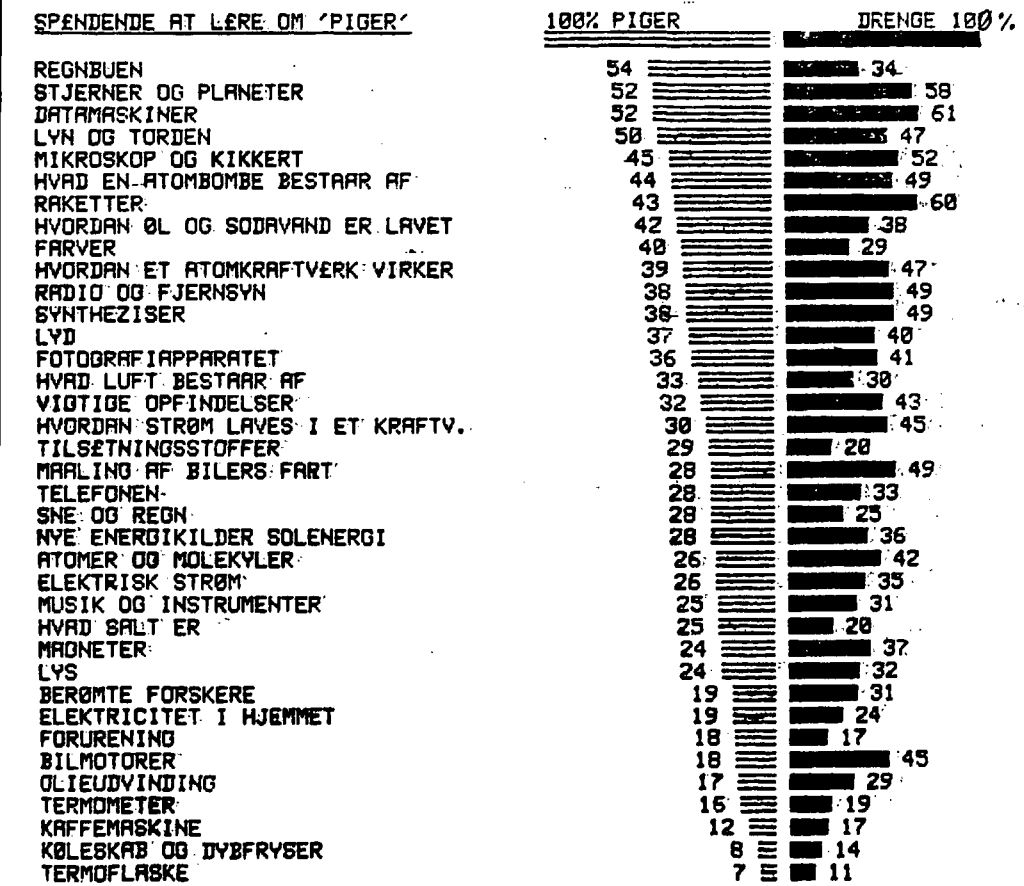
	Eksamenskarakterer 3.g		Årskarakterer 3.g		Årskarakterer 1.g	
	drenge	piger	drenge	piger	drenge	piger
Sproglig linie						
Nysproglig gren						
Religion	-	-	8.439	8.150	-	-
Skriftlig dansk	8.070	7.602	8.491	8.113	8.441	8.030
Mundtlig dansk	8.742	7.793	8.404	8.045	8.254	7.911
Skriftlig engelsk	8.316	7.359	8.474	7.896	8.271	8.089
Mundtlig engelsk	9.000	8.246	8.772	8.106	8.356	8.089
Skriftlig tysk	8.263	7.434	8.702	7.797	8.610	8.045
Mundtlig tysk	8.981	8.261	8.684	8.084	8.712	8.235
3. fremmedsprog	9.391	8.525	8.684	8.407	8.525	8.440
Latin	8.650	8.129	8.614	8.394	8.492	8.224
Oldtidskundskab	9.000	8.209	8.632	8.210	8.373	8.008
Historie	9.036	8.004	8.895	7.919	8.458	7.795
Biologi	8.213	8.112	8.263	8.229	-	-
Geografi	8.583	8.310	8.544	8.025	8.542	7.968
Matematik	7.622	8.204	8.070	8.027	8.103	7.965
Sproglig linie						
Samfundssproglig gren						
Religion	-	-	8.266	8.143	-	-
Skriftlig dansk	8.095	7.415	8.359	8.072	8.092	7.972
Mundtlig dansk	8.154	7.973	8.250	8.072	7.970	8.077
Skriftlig engelsk/tysk	7.641	6.767	8.250	7.612	7.835	7.565
					7.333	7.362
Mundtlig engelsk/tysk	8.883	8.044	8.203	7.840	7.985	7.760
					7.763	7.715
Engelsk/tysk afsluttet i 1.g	-	-	7.750	7.616	-	-
3. fremmedsprog	7.432	7.786	7.719	7.819	8.108	8.078
Latin	-	-	7.625	7.793	7.545	7.748
Oldtidskundskab	8.152	8.075	8.156	8.165	8.000	7.959
Historie	8.744	8.007	8.578	7.924	8.106	7.955
Skriftlig samfundsfag	8.406	7.699	8.234	7.819	-	-
Mundtlig samfundsfag	8.622	7.949	8.406	7.928	-	-
Biologi	7.896	7.971	7.984	8.013	-	-
Geografi	8.786	8.184	8.344	8.173	9.212	8.050
Matematik	7.491	7.832	7.875	7.734	7.742	7.600

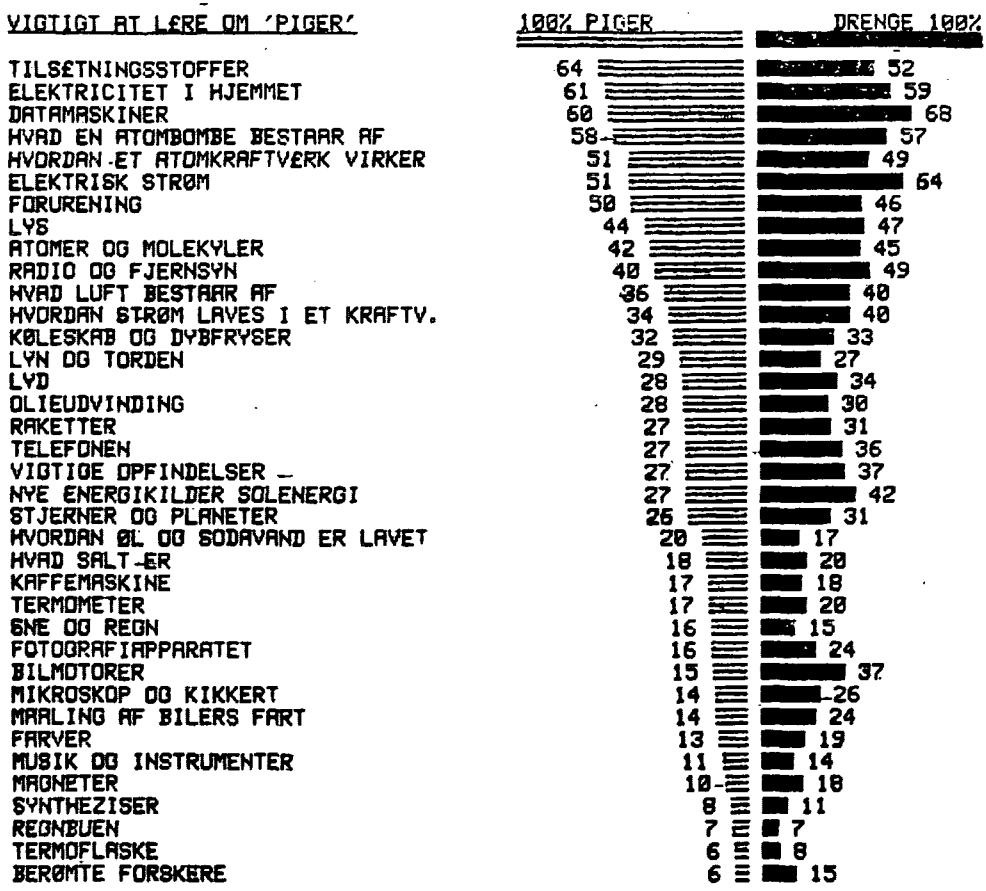
	Eksamenskarakterer 3.g		Årskarakterer 3.g		Årskarakterer 1g	
	drenge	piger	drenge	piger	drenge	piger
Matematisk linie						
Matematisk-naturfaglig gren						
Religion	-	-	7.877	7.815	-	-
Skriftlig dansk	7.435	7.404	7.477	7.756	7.456	7.753
Mundtlig dansk	7.702	7.727	7.655	7.670	7.709	7.790
Engelsk/tysk	8.364	7.905	7.924	7.965	7.891	7.892
3. fremmedsprog	6.799	7.586	7.209	7.870	7.657	7.978
Oldtidskundskab	8.243	7.868	7.978	7.841	7.771	7.700
Historie	8.078	7.514	8.161	7.600	7.863	7.590
Skriftlig biologi	7.478	7.079	8.009	7.884	-	-
Mundtlig biologi	8.253	7.829	8.106	7.956	-	-
Geografi	8.729	8.103	8.165	8.067	-	-
Kemi	7.389	7.575	8.030	7.942	7.729	7.553
Mundtlig fysik	7.468	7.632	7.856	7.781	7.721	7.440
Skriftlig matematik	7.178	7.265	7.251	7.344	7.048	7.191
Mundtlig matematik	7.503	7.833	7.602	7.809	7.464	7.416
Matematisk linie						
Matematisk-samfundsfaglig gren						
Religion	-	-	8.040	8.140	-	-
Skriftlig dansk	7.675	7.858	7.714	8.299	7.685	8.053
Mundtlig dansk	7.934	8.391	7.915	8.355	7.977	8.175
Engelsk/tysk	8.339	8.444	8.010	8.271	7.921	8.228
3. fremmedsprog	6.821	8.091	7.045	7.804	7.579	8.026
Oldtidskundskab	8.000	8.167	8.244	8.142	7.895	8.021
Historie	8.880	8.186	8.543	7.907	8.176	7.912
Skriftlig samfundsfag	8.090	7.915	8.065	8.103	-	-
Mundtlig samfundsfag	8.135	7.898	8.271	7.972	-	-
Biologi	7.525	7.800	8.080	8.084	-	-
Geografi	8.775	8.308	8.352	8.449	-	-
Kemi	7.703	7.984	7.764	7.850	7.488	7.614
Mundtlig fysik	7.287	7.024	7.658	7.804	7.433	7.588
Skriftlig matematik	6.985	7.132	6.889	7.299	7.190	7.325
Mundtlig matematik	7.000	7.190	7.533	7.841	7.556	7.535
Matematisk linie						
Matematisk-fysisk gren						
Religion	-	-	8.036	8.543	-	-
Skriftlig dansk	7.559	7.763	7.787	8.552	7.706	8.369
Mundtlig dansk	8.076	8.339	7.893	8.586	7.910	8.358
Engelsk/tysk	8.366	8.946	8.243	8.575	8.165	8.568
3. fremmedsprog	7.507	8.484	7.644	8.580	7.944	8.557
Oldtidskundskab	8.234	8.776	8.246	8.535	7.932	8.253
Historie	8.339	8.574	8.407	8.569	8.116	8.307
Biologi	8.476	8.641	8.241	8.655	-	-
Geografi	8.537	8.732	8.336	8.460	-	-
Kemi	8.382	8.606	8.449	8.661	8.317	8.500
Skriftlig fysik	7.959	7.093	7.996	7.753	-	-
Mundtlig fysik	8.196	8.105	8.237	8.126	8.392	8.609
Skriftlig matematik	8.211	7.942	8.130	8.132	8.412	8.761
Mundtlig matematik	8.036	8.424	8.340	8.483	8.423	8.744

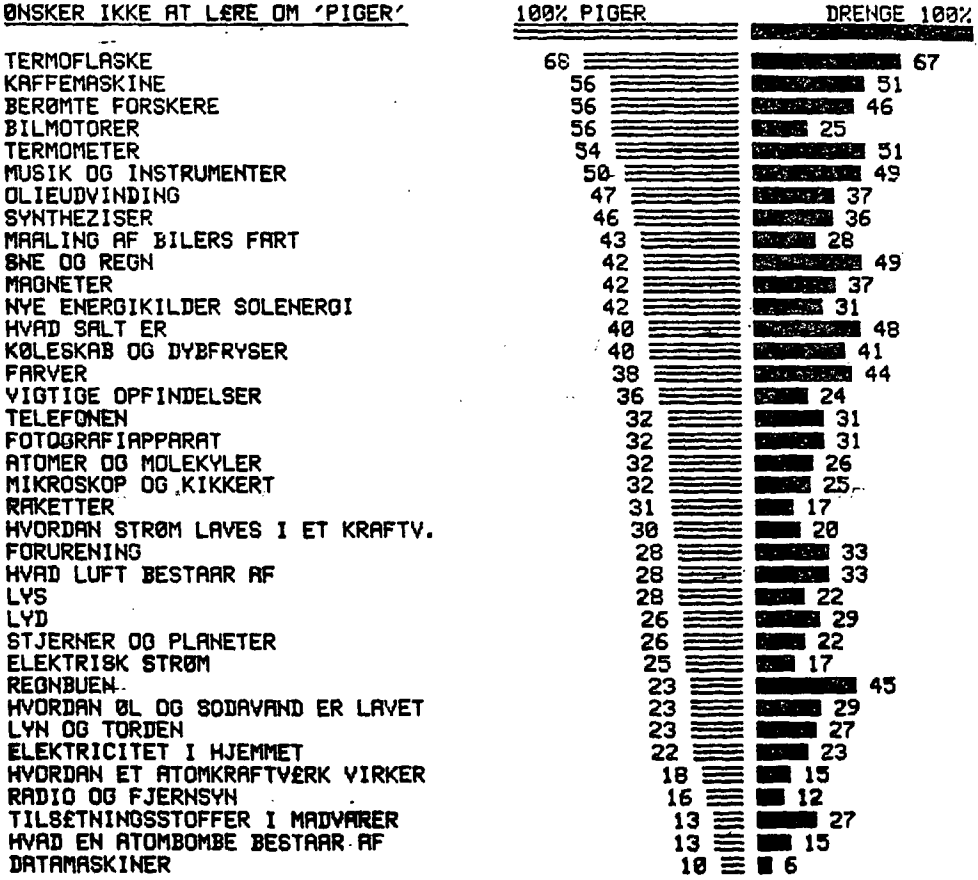
BILAG B.

Pigers og drenges interesser i fysik/kemi.

Helene Sørensen (1985) har undersøgt hvilke emner i fysik/kemi, som piger og drenge i 7.klasse synes er vigtige at lære noget om. Nogle af resultaterne aftrykkes nedenfor.




VIGTIGT AT LÆRE OM 'PIGER'
100% PIGER
DRENGE 100%
TILSÆTNINGSSTOFFER 64 52
ELEKTRICITET I HJEMMET 61 59
DATAMASKINER 60 68
HVAD EN ATOMBOMBE BESTAAR AF 58 57
HVORDAN ET ATOMKRAFTVÆRK VIRKER 51 49
ELEKTRISK STRØM 51 64
FORURENING 50 46
LYS 44 47
ATOMER OG MOLEKYLER 42 45
RADIO OG FJERNSYN 40 49
HVAD LUFT BESTAAR AF 36 40
HVORDAN STRØM LAVES I ET KRAFTV. 34 40
KØLESKAB OG DYBFRYSER 32 33
LYN OG TORDEN 29 27
LYD 28 34
OLIEUDVINDING 28 30
RAKETTER 27 31
TELEFONEN 27 36
VIGTIGE OPFINDELSER – 27 37
NYE ENERGIKILDER SOLENERGI 27 42
STJERNER OG PLANETER 26 31
HVORDAN ØL OG SODAVAND ER LAVET 20 17
HVAD SALT ER 18 20
KAFFEMASKINE 17 18
TERMOMETER 17 20
SNE OG REGN 16 15
FOTOGRAFIAPPARATET 16 24
BILMOTORER 15 37
MIKROSKOP OG KIKKERT 14 26
MAALING AF BILERS FART 14 24
FARVER 13 19
MUSIK OG INSTRUMENTER 11 14
MAGNETER 10 18
SYNTHEZISER 8 11
REGNBUEN 7 7
TERMOFLASKE 6 8
BERØMTE FORSKERE 6 15


ØNSKER IKKE AT LÆRE OM 'PIGER'
100% PIGER
DRENGE 100%
TERMOFLASKE 68 67
KAFFEMASKINE 56 51
BERØMTE FORSKERE 56 46
BILMOTORER 56 25
TERMOMETER 54 51
MUSIK OG INSTRUMENTER 50 49
OLIEUDVINDING 47 37
SYNTHEZISER 46 36
MÅLING AF BILERS FART 43 28
SNE OG REGN 42 49
MAGNETER 42 37
NYE ENERGIKILDER SOLENERGI 42 31
HVAD SALT ER 40 48
KØLESKAB OG DYBFRYSER 40 41
FARVER 38 44
VIGTIGE OPFINDELSER 36 24
TELEFONEN 32 31
FOTOGRAFIAPPARAT 32 31
ATOMER OG MOLEKYLER 32 26
MIKROSKOP OG KIKKERT 32 25
RAKETTER 31 17
HVORDAN STRØM LAVES I ET KRAFTV. 30 20
FORURENING 28 33
HVAD LUFT BESTAAR AF 28 33
LYS 28 22
LYD 26 29
STJERNER OG PLANETER 26 22
ELEKTRISK STRØM 25 17
REGNBUEN 23 45
HVORDAN ØL OG SODAVAND ER LAVET 23 29
LYN OG TORDEN 23 27
ELEKTRICITET I HJEMMET 22 23
HVORDAN ET ATOMKRAFTVÆRK VIRKER 18 15
RADIO OG FJERNSYN 16 12
TILSÆTNINGSSTOFFER I MADVARER 13 27
HVAD EN ATOMBOMBE BESTAAR AF 13 15
DATAMASKINER 10 6

LITTERATUR.

"A Nation at Risk" (1983)
Communications of the ACM 26, No. 7, July 1983

Arons, A.B. (1984):
"Student patterns of thinking and reasoning"
The Physics Teacher, December 1983-February 1984

Ausubel, D.P. (1963):
"The Psychology of Meaningful Verbal Learning"
Grune and Stratton, New York

Bech Jørgensen, Birthe:
se: Jørgensen

Belis, M. (1987):
"From power-machines to intelligent-machines: A new education for a new technological era"
Int. j: Sci. Educ. vol. 9, no. 3

Belotti (1975):
"Little Girls"
Writer and Readers Publishing Cooperative

Bencke, J. et al. (1981):
"Erfaringspædagogik"
Danske Noter 3

Beyer, K. (1983):
"Piger og fysik"
Forum for Kvindeforskning nr. 4, 1983

Beyer, K. (1984a):
"Gymnasiepiger fravælger fysik"
FRUCTUS nr. 2, 1984 (Forskningsnyt fra RUC)

Beyer, K. (1984b):
"Teori og virkelighed i uddannelsesforskningen"
Nyt om uddannelsesforskning, december 1984

Beyer, K. (1985):
"Pigeroller og Fysikundervisning i gymnasiet - en analyse af fagets kønspolariserende virkning"
i: "Teori og Metode. Temarapport om uddannelsesforskning". Publikation nr. 10 fra Udvalget vedr. Uddannelsesforskning, København

Beyer, K. (1986):
"Pigeroller og Fysikundervisning i gymnasiet - en analyse af fagets kønspolariserende virkning"
GAMMA nr. 65, december 1986

Beyer, K. (1988):
"Ingen skurke, men en masse udfordringer"
Ingeniøren/Job nr. 1, 8. januar 1988

Beyer, K. & Blegaa, S. (1984):
"Gymnasiepigers holdninger til og interesser for fysik"
i: Bidrag til Nordisk Forskersymposium: FYSIK I SKOLEN, Ebeltoft, november 1984, udgivet af Det Fysiske Institut, Aarhus Universitet

Beyer, K., Blegaa, S. & Vedelsby, M. (1985a):
"Sex-roles & Physic Education - perspectives and theories"
i: GASAT 3 (se denne)

Beyer, K., Blegaa, S. & Vedelsby, M. (1985b):
"Girls - Self-confidence seems crucial to their succes in Physics Education"
i: GASAT 3 (se denne)

Beyer, K., Blegaa, S., Olsen, B., Reich, J. & Vedelsby, M. (1983a):
"PIGER & FYSIK - et problem og en udfordring for skolen ?"
IMFUFA-tekst nr. 71 (= statusrapport)

Beyer, K., Blegaa, S., Olsen, B., Reich, J. & Vedelsby, M. (1983b):
"Piger og fysik - nok engang"
LMFK-bladet nr. 6, august 1983

Beyer, K., Blegaa, S., Olsen, B., Reich, J. & Vedelsby, M. (1984):
"Piger og fysik - et problem og en udfordring for skolen ?"
Uddannelse nr. 4, 1984

Beyer, K., Blegaa, S., Olsen, B., Reich, J. & Vedelsby, M. (1986a):
"Henvendelse til Folketingets Uddannelsesudvalg i anledning af det forslag til gymnasiestruktur, som undervisningsministeren er fremkommet med den 29. november 1985."
Udsendt den 6. januar 1986 og publiceret i LMFK-bladet, februar 1986

Beyer, K., Blegaa, S., Olsen, B., Reich, J. & Vedelsby, M. (1986b):
"Madame Nattergal"
Naturkampen nr. 41, september 1986

Beyer, K. & Heise, I. (1987):
"Kønnet, skolen og de to kulturer"
Dansk Pædagogisk Tidsskrift nr. 5, september 1987

Beyer, K. & Reich, J. (1987a):
"Is a girl-friendly Physics curriculum organized around themes ?"
i: GASAT 4 (se denne)

Beyer, K. & Reich, J. (1987b):
"Why are many girls inhibited from learning scientific concepts in Physics ?"
i: GASAT 4 (se denne)

Beyer, K. & Vedelsby, M. (1983):
"Girls and Physics - a Danish project"
i: GASAT 2 (se denne)

Beyer, K. & Vedelsby, M. (1985):
"Skal vi afvise faget fysik for pigernes skyld ?"
i: Bidrag til konferencen KVINDER & TEKNOLOGISK UDVIKLING, AUC, august 1985

Beyer, K. & Vedelsby, M. (1986):
"The Sex-polarizing Effects of Physics Education - Problems and Strategies"
i: Contributions to WOMEN CHALLENGE TECHNOLOGY, European Conference on Women, Natural Sciences and Technology, Helsingør 1986. Rapporten er udgivet af AUC.

Birkman, V. et al. (1985):
"Biologi - piger og drenge"
Nucleusforeningen, Danske Biologers Forlag

Bjerg, J. & Elle, B. (1983):
"Kulturel og psykisk frisætning og menneskelig udvikling"
Dansk Pædagogisk tidsskrift nr. 2, 1983

Bjerrum Nielsen, H. & Larsen, Kirsten (1982):
"Små piger, søde piger, stille piger"
Kontext nr. 42, 1982

Bjerrum Nielsen, H. & Larsen, Kirsten (1985):
"Piger og drenge i klasseoffentligheden"
Rapport nr. 2, Pedagogisk Forskningsinstitut, Universitetet i Oslo

Boelskov, E. (1987):
Personlig kommunikation

Both, E. (1986):
Lab. for Teknisk Fysik II, DTH.
Privat kommunikation

Bruner, J.S. (1962):
"The Act of Discovery"
i: "On Knowing: Essays for the Left Hand"
Belknap Press, Cambridge, Mass.

Comber, L.C. & Keeves, J.P. (1973):
"Science Education in 19 Countries"
Almquist & Wiksell, Stockholm

Danmarks Statistik:
Statistisk Årbog (diverse årgange); samt telefoniske oplysninger

Dansk Arbejdsgiverforening (1985):
"Fremtidsjob for kvinder"
København

Dowling, C. (1985)
"Askepotkomplekset"
Lindhardt og Ringhof, København (oversat fra: "The Cinderella Complex", USA, 1981)

Dreyfus A. & Jungwirth, E. (1980):
"A Comparison of the "Prompting Effects" of Out-of-School with that of In-School Contexts on Certain Aspects of Critical Thinking"
Eur. J. Sci. Educ. 2, no.3

Driver, R. & Easley, J. (1978):
"Pupils and Paradigms: Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Sciende Students"
Studies in Science Education 5

Driver, R. & Ericksson, G. (1983):
"Theories in Action: Some Theoretical and Empirical Issues in the Study of Students Conceptual Framework in Science"
Studies in Science Education 10

Dweck, C.S., Davidson, W., Nelson, S. & Enna, B. (1978):
"Sex differences in Learned Helplessness II: the contingencies of evaluative feedback in the classroom"
Developmental Psychology 14, pp.268-276

Elvekjær, F. (1983):
"En indlæringsmodel og dens konsekvenser"
LMFK-bladet nr. 10, 1983

Erickson, G.L. & Erickson, L.J. (1984):
"Females and Science Achievement: Evidence, Explanations and Implications"
Science Education 68, pp.63-89

Farmer, A.V. (1985):
"A new approach to physics teaching"
The Physics Teacher, September 1985

Fennema, E. (ed.) (1985):
"Explaining Sex-related differences in mathematics: Theoretical models"
Educ. Studies in Mathematics 16, pp.303-320

Fennema, E. & Peterson, P.L. (1985a):
"Autonomous Learning Behavior: A Possible Explanation of Gender-Related Differences in Mathematics"
i: Cherry-Wilkinson, L. & Marret, C. (Eds):
"Gender-Related Differences in Classroom Interactions", Academic Press, New York (1985)

Fennema, E. & Peterson, P.L. (1985b):
"Autonomous Learning Behavior: A Possible Explanation of Gender-Related Differences in Mathematics"
i: Fennema (ed) (1985)

Fennema, E. & Peterson, P.L. (1985c):
"Effective teaching, student engagement in classroom activities, and sex-related differences in learning mathematics"
Am. Educ. Res. Journ. vol 22, no. 3, pp.309-335

Fennema, E. & Tartree, L.A. (1985):
"The Use of Spatial Visualization in Math by Girls and Boys"
Journal of Research in Mathematics Education 16, pp.184-206

Frimodt-Møller, I. (1987):
"Pigerne i gymnasiet og deres fremtid"
i: "Lige muligheder for piger og drenge"
Undervisningsministeriet, København

GASAT 2 (1983):
"Contributions to the second conference on Girls And Science And Technology"
Fysisk Institut, Oslo Universitet, Norge

Gasat 3 (1985):
"Contributions to the third conference on Girls And Science And Technology"
University of London, England

GASAT 4 (1987):
"Contributions to the fourth conference on Girls And Science And Technology, July 1987"
University of Michigan, Ann Arbor, USA

Gilbert, J.K. & Watts, D.M. (1983):
"Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education"
Studies in Science Education 10

Gilligan, C. (1982):
"In a different voice"
Harvard University Press

Grendstad, N.M. (1982):
"Å lære er å oppdage - glimt fra den konfluente undervisning"
Norsk Lærerakademi, Bergen

Grieb, A. & Easley, J. (1984):
"A Primary School Impediment to Mathematical Equity: Case Studies in Rule-Dependent Socialization"
i: Steinkamp & Maehr (eds), (1984)

Haggerty, S.M. (1987):
"Gender and School Science: A Case Study"
i: GASAT 4 (se denne)

Halpern, D.F. (1986):
"Sex Differences in Cognitive Abilities"
Lawrence Erlbaum Associates Publ., USA

Harding, J. (1983):
"Switched Off: The Science Education of Girls"
Schools Council Programme 3
Longman, London

Harding, J. (1985):
"Science and technology - a future for women ?"
Artikel udarbejdet til Verdenskvindekonferencen i Nairobi, Kenya, 1985, på foranledning af UNESCO

Head, J. (1980):
"A model to link Personality Characteristics to a preference for science"
Eur. Journ. Sci. Educ. 2, pp.295-300

Head, J. (1982):
"What can psychology contribute to science education ?"
School Science Review, June 1982

Head, J. (1983):
"Sex Differences in Adolescent Personality Development amd the Implications for Science Education"
i: GASAT 2 (se denne)

Hermann, K. & Høj, L. (1987):
"Gymnasieundersøgelser"
i: materialemappen "Lige muligheder for piger og drenge", pp.51-56, Undervisningsministeriet, Direktoratet for Gymnasieskolerne og HF

Hjort, K. (1984):
"Pigepædagogik"
Gyldendals pædagogiske bibliotek, København

Hjort, K. (1987):
"Piger og drenge - om kønssocialisering i 80'erne"
Gyldendal, København

Horner, M. (1972):
"Towards an understanding of achievement-related conflicts in women"
Journ. of Social Issues 28, pp.157-175

Hovedområdet (1988):
Særnummer om "Kvinder og naturvidenskab"
Det Naturvidenskabelige Hovedområde, Københavns Universitet, januar 1988

Højgaard Jensen, J. & Niss, M. (1980):
"For matematik og fysik i fremtidens gymnasium"
Informations kronik, 15. april 1980

Jensen, F.V. & Møller Pedersen, J. (1985)
"Linievalg og grenvalg i gymnasiet. 2. delrapport fra projektet: Gymnasieforløbsundersøgelsen"
Institut for Elektroniske Systemer, R 85-17, AUC, Ålborg

Jensen, F.V. & Winther, O.P. (1980):
"Fagkarakterer i gymnasieskolen sammenholdt med køn og social oprindelse - En undersøgelse af to nordjyske studenterårgange. 2. delrapport"
Institut for Elektroniske Systemer, R 80-3, AUC, Ålborg

Johnson, S. & Murphy, P. (1986):
"Girls and physics, reflections on APU survey findings"
APU Occasional Paper 4, Department of Education and Science, London

Jørgensen, B.Bech (1985):
"Noget med mennesker eller noget på et kontor"
Samfundsfagsnyt, København

Kelly, A. (1978):
"Girls and Science: An International Study of Sex Differences in School Science Achievement"
Almquist & Wiksell, Stockholm

Kelly, A. (ed.) (1981):
"The Missing Half"
Manchester United Press

Kelly, A. (1981):
"Girls and science education"
i: Kelly, A. (ed.), (1981)

Kelly, A. (1986a):
"It Ain't What You Do, It's The Way That You Do It. Achievement, Self-Confidence and Subject Choice in Science"
i: Contributions to WOMEN CHALLENGE TECHNOLOGY, European Conference on Women, Natural Sciences and Technology, Helsingør 1986. Rapporten er udgivet af AUC.

Kelly, A. (1986b):
"Gender Differences in Teacher-Pupil Interactions: A Meta-Analytical Review"
Manuskript 1986 (Publiceres i Research in Education, 1987)

Kelly, A. (1987):
"Does That Train-Set Matter ? Scientific Hobbies and Science Achievement and Choice"
i: GASAT 4 (se denne)

Kelly, A., Whyte, J. & Smail, B. (1983):
"Girls Into Science and Technology"
GIST Final Report, University of Manchester

Kiley, D. (1983)
"The Peter Pan Syndrome - men who have never grown up"
Avon Books, New York

Kinsbourne, M. (1978):
"Asymmetrical Function of the Brain"
Cambridge University Press

Klainin, S. & Fensham, P.J. (1987):
"Learning achievement in upper secondary school chemistry in Thailand: some remarkable sex reversals"
Int. J. Sci. Educ. vol. 9, pp.217-227

Klainin, S.; Fensham, P.J. & West, L. (1987):
"Some remarkable gender findings about learning the physical sciences in Thailand"
i GASAT 4 (se denne)

Kruse, A-M. et al. (1984):
"Skoleliv - pigeliv"
Unge pædagogers forlag, København

"Kvindfolk 2" (1986):
Redaktion: Anne Margrethe Bøg, Lis Frost og Anne Olsen
Gyldendal, København

Larsen, Knud et al. (1985):
"Handlingsplan for bedre balance på de langvarigt uddannedes arbejdsmarked."
Rapport fra "Knud Larsen-udvalget", Undervisningsministeriet, januar 1985

Laursen, E. (1984):
""Høje" piger - "Lave" drenge"
AUC's forlag, Ålborg

Lecuis (1972):
"State as an infant-environment interaction: An analysis of mother-infant behaviour as a function of sex"
Merril-Palmer Quarterly 18, pp.95-100

Leder, G. (1985):
"Sex-related differences in Mathematics: An overview"
i: Fennema (ed.), (1985)

Lehtinen, E.
Refereret i Räsänen (1987). Se iøvrigt:
1) Olkinvora, E., Salonen, P. & Lehtinen, E.:
"Towards an interactionist theory of Cognitive Dysfunctions. Report II."
Research Report B:10, 1984.
University of Turku, Faculty of Education, Finland 1984
2) Lehtinen, E., Olkinvora, E. & Salonen, P.:
"The research project on interactive formation of Learning Difficulties.
Report III: A preliminary review of empirical results"
Institute of Education, University of Turku, Finland 1986

"Levevilkår i Danmark" (1985)
Statistisk Oversigt
Danmarks Statistik og Socialforskningsinstituttet

Lie, S. & Sjøberg, S. (1984):
""Myke" jenter i "harde" fag ?"
Universitetsforlaget, Oslo

Lloyd (1982):
Beskrevet i: Harding, J. (1985)
i: GASAT 3 (se denne)

Maccoby, E. & Jacklin, C.N. (1974):
"The psychology of sex differences, vol. I & II"
Stanford University Press, Stanford

Mallow, J. (1986):
"Science Anxiety"
H & H Publishing Co., Florida, USA

Mallow, J. & Greenburg, S. (1983):
"Science anxiety and science learning"
The Physics Teacher, februar 1983

Maslow, A.H. (1966):
"The Psychology of Science: A Reconnaisance"
Harper Row, New York

McCloskey, M. (1983):
"Intuitive Physics"
Scientific American, april 1983, pp.114-122

McGlone, J. (1980):
"Sex differences in human brain asymmetry: a critical survey"
The Behavioral and Brain Sciences 3, pp.215-263

Mikkelsen, A. (1987):
Fagkonsulent i fysik. Privat kommunikation

Murphy, P. (1987):
Mundtligt IMFUFA-seminar, RUC oktober 1987

Murphy, P. & Qualter, A. (1986):
"Science for all ? But Do the children think so?"
i: Contributions to WOMEN CHALLENGE TECHNOLOGY, European Conference on Women, Natural Sciences and Technology, Helsingør 1986. Rapporten er udgivet af AUC.

Møller, Steffen et al. (1986):
"Betænkning om ingeniør- og teknikeruddannelsens fremtid."
Betænkning (nr. 1074) fra "Steffen Møller-udvalget", Statens Informationstjeneste, juni 1986

Nielsen, H. & Thomsen, P.V. (1983a):
"Hverdagsforestillinger om fysik"
Gymnasiefysik, GF-rapport nr. 1, Det Fysiske Institut, Århus Universitet

Nielsen, H. & Thomsen, P.V. (1983b):
"1.g, 1982 - erfaringer og holdninger hos nye gymnasiaster"
GF-Rapport nr. 2, Det Fysiske Institut, Århus Universitet

Nielsen, H. & Thomsen, P.V. (1983c):
"1.gm, maj 1983 - en årgang siger sin mening om 1.g"
GF-rapport nr. 3, Det Fysiske Institut, Århus Universitet

Nielsen, H. & Thomsen, P.V. (1984):
"En teoretisk referenceramme for forståelsen af hverdagsforestillinger"
i: Bidrag til Nordisk Forskersymposium: FYSIK I SKOLEN, Ebeltoft, november 1984, Udgivet af Det Fysiske Institut, Århus Universitet

Nielsen, H. & Thomsen, P.V. (1985):
Privat kommunikation

Novak. J.D. (1978):
"An Alternative to Piagetian Psychology for Science and Mathematics Education"
Studies in Science Education 5

Olesen, D. (1987):
"Matematikken trænger til piger"
Interview i Berlingske Tidende, 22. marts 1987

Ormerod, M.B. (1981):
"Factors differentially affecting the science subject preferences, choices and attitudes of girls and boys"
i: Kelly, A. (ed), (1981)

Ormerod, M.B. (1983):
"A model to exhibit the interdependence of the cognitive and affective domains for use in science and technical teacher training"
Res. Sci. Tech. Educ. 1, pp.119-127

Ormerod, M.B. & Duckworth, D. (1975):
"Pupils' Attitudes to Science, A Review of Research"
NFER Publishing Company

Pallrand, G. & Lindenfeld, P. (1985):
"The Physics classroom revisited: Have we learned our lesson?"
Physics Today, November 1985

Paulsen, A.C. (1983):
"Elevforudsætninger i fysik - en test i 1.g med kommentarer"
IMFUFA-tekst nr. 69, RUC

Paulsen, A.C. (1984a):
"Energi i 1.g - en teori for tilrettelæggelse"
IMFUFA-tekst nr. 90, RUC

Paulsen, A.C. (1984b):
"Formelle og konkrete tankemønstre i dansk gymnasiums 1. klasse"
i: Bidrag til Nordisk Forskersymposium: FYSIK I SKOLEN, Ebeltoft, november 1984, Udgivet af Det Fysiske Institut, Århus Universitet

Paulsen, A.C. (1987):
Privat kommunikation

Petersen, A.S. & Frimodt-Møller, I. (1983):
"PIGER I GYMNASIET OG PÅ HF - overlevelse eller frigørelse ?"
Forlaget Emmeline

Piaget, J. (1972):
"Intellectual Evolution from Adolescence to Adulthood"
Human Development 15

Politikens Håndbog (1960):
"Hvem Tænkte Hvad?"
Politikens Forlag, København

Räsänen, L. (1987):
"Var är felet? - fysik intresserar inte flickor"
i: "Forskning kring jämnställdhet - kön och utbildning", Dokumentation från Pedagogiska Fakulteten nr.27, Åbo Akademi, Finland

Reich, J. (1985a):
"Ønsker kvinderne indflydelse på teknologisamfundet ?"
i: Bidrag til konferencen KVINDER & TEKNOLOGISK UDVIKLING, AUC, august 1985

Reich, J. (1985b):
"Pigerne i gymnasiet og drengefagene"
i: "Pigerne, skolen og fremtiden" (Rapport fra et seminar om uddannelsesplanlægning set i et pigeperspektiv, på Gentofte Hotel d. 9. november 1985, arrangeret af Kirstine Frederiksen pædagoger)

Robertson, I.J. (1987):
"Girls and Boys and Practical Science"
Int. J. Sci. Educ. 9, pp.505-518

Ruivo, B (1987):
"The intellectual labour market in developed and developing countries: women's representation in scientific research"
Int. J. Sci. Educ. vol. 9, no. 3

Shayer, M. & Adey, P. (1981):
"Towards a Science of Science Teaching"
Heinemann Educational Books

Sherris, J.D. & Kahle, J.B. (1984):
"The effects of instructional organization and locus of control orientation on meaningful learning in high-school biology students"
Journal of Research in Science Teaching 21, nr. 1

Simonis, D.A. (1987):
"Analogies Promote Learning in Science"
i: GASAT 4 (se denne)

Simpson, B. (1985):
"Differences in Attribution of Ability in Science in Male and Female High Ability Subjects"
i: GASAT 3 (se denne)

Sjøberg, S. (1984):
"Elevers forestillinger: Helhetlige teorier eller bare løse ideer og forestillinger ?"
i: Bidrag til Nordisk Forskersymposium: FYSIK I SKOLEN, Ebeltoft, november 1984, Udgivet af Det Fysiske Institut, Århus Universitet

Skog, B. (1983):
"Curricular options - a barrier against women's participation in scientific and technological work"
i: GASAT 2 (se denne)

Smail, B. (1983):
"Getting Science right for girls"
i: GASAT 2 (se denne)

Smail, B. (1984):
"Girlfriendly Science"
Longman, England

Spear, M. (1983):
"Sex bias in science teachers' ratings of work and pupil characteristics"
i: GASAT 2 (se denne)

Spear, M. (1984):
"Teachers Attitudes Towards Girls and Technology"
i: GIRL FRIENDLY SCHOOLING Conference, Manchester Polytechnic, september 1984

Steinkamp & Maehr (eds.) (1984):
"Advances in Motivation and Achievement.
Vol. 2. Women in Science"
JAI Press Inc., Greenwich, Connecticut

Stipek, D.J. & Weisz, J. R. (1981):
"Perceived Personal Control and Academic
Achievement"
Rev. Educ. Res. 51, pp.101-137

Sørensen, H. (1985):
"Forskelle i pigers og drenges forventninger til
og forhåndserfaringer med fysik/kemi"
Hvidovres Pædagogiske Central

Sørensen, H. (1986):
"Er det pigerne eller faget, der er problemet ?"
Danmarks Lærerhøjskole

Teknikerkommissionen (1959):
"Teknisk og naturvidenskabelig arbejdskraft."
Betænkning nr. 229, Statens Trykningskontor

Tema 7 (1987):
"Fysik i gymnasiet - rapport fra udvalget vedr.
fysik i gymnasiet"
Direktoratet for Gymnasieskolerne og HF, Kbh.

Tobias, S. (1978):
"Overcoming Math Anxiety"
Norton & Co, New York, USA

Tobias, S. (1985):
"Math anxiety and physics: Some thoughts on
learning difficult subjects"
Physics Today, juni 1985

Tofte, A. (1957):
"Seksuel Hygiejne"
Grafisk Forlag, København

Vedelsby, M. (1983):
"Er pigerne nu også så glade for fysik ?"
LMFK-bladet nr. 6, aug. 1983

Vedelsby, M. (1984):
"Piger og fysik - et problem og en udfordring for
skolen ?"
Vejledernyt nr. 2, 1984 (udgivet af Studie-
vejleder Foreningen for gymnasieskoler og HF)

Vedelsby, M. (1985):
"Gymnasiepigers holdninger til og interesse for
faget fysik"
i: "Pigerne og skolens hårde fag". Arbejdsnotat
nr. 9, Arbejdsdirektoratet

Vedelsby, M. (1987):
"Some proposals for integration of affective and cognitive aspects in Physics education"
i: GASAT 4 (se denne)

Waring, M. (1979):
"Social Pressures and Curriculum Innovation: A Study of the Nuffield Foundation Science Teaching Project"
Methuen, London

Weiner, B. (ed.) (1974):
"Achievement motivation and attributional theory"
General Learning Press, Morristown N.J.

Weiner, B. (1979):
"A Theory of Motivation for some Classroom Experiences"
Journ. of Educ. Phys. 71, pp.3-25

Whyte, J. (1983):
"Non-sexist teachers: Evaluating what teachers can do to help girls opt into science and technology"
i: GASAT 2 (se denne)

Whyte, J. (1984):
"Encouraging Girls into Science and Technology. Some European Initiatives"
UNESCO

Wittig, M.A. & Petersen, A.C. (eds.) (1979)
"Sex-Related Differences in Cognitive Functioning. Developmental Issues"
Academic Press

Wolleat, P., Pedro, J., Becker, A. & Fennema, E. (1980):
"Sex Differences in High School Students' Causal Attributions of Performance in Mathematics"
Journ. Res. Math. Educ. 11, pp.356-366

Ziehe, T. & Stubenrauch, H. (1983):
"Ny ungdom og usædvanlige læreprocesser".
Forlaget Politisk Revy, København

Ørum, B. & Eydal, I. (1973):
"Fagvalg og køn"
Uddannelse 1973, p.351ff

1/78 "TANKER OM EN PRAKSIS" - et matematikprojekt.
Projektrapport af: Anne Jensen, Lena Lindenskov, Marianne Kesselhahn og Nicolai Lomholt.
Vejleder: Anders Madsen

2/78 "OPTIMERING" - Menneskets forøgede beherskelsesmuligheder af natur og samfund.
Projektrapport af: Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen, Gert Krenøe og Peter H. Lassen
Vejleder: Bernhelm Boss.

3/78 "OPGAVESAMLING", breddekursus i fysik.
Af: Lasse Rasmussen, Aage Bonde Kræmmer og Jens Højgaard Jensen.

4/78 "TRE ESSAYS" - om matematikundervisning, matematiklæreruddannelsen og videnskabsrindalismen.
Af: Mogens Niss
Nr. 4 er p.t. udgået.

5/78 "BIBLIOGRAFISK VEJLEDNING til studiet af DEN MODERNE FYSIKS HISTORIE".
Af: Helge Kragh.
Nr. 5 er p.t. udgået.

6/78 "NOGLE ARTIKLER OG DEBATINDLÆG OM - læreruddannelse og undervisning i fysik, og - de naturvidenskabelige fags situation efter studenteroprøret".
Af: Karin Beyer, Jens Højgaard Jensen og Bent C. Jørgensen.

7/78 "MATEMATIKKENS FORHOLD TIL SAMFUNDSØKONOMIEN".
Af: B.V. Gnedenko.
Nr. 7 er udgået.

8/78 "DYNAMIK OG DIAGRAMMER". Introduktion til energy-bond-graph formalismen.
Af: Peder Voetmann Christiansen.

9/78 "OM PRAKSIS' INDFLYDELSE PÅ MATEMATIKKENS UDVIKLING". - Motiver til Kepler's: "Nova Stereometria Doliorum Vinariom".
Projektrapport af: Lasse Rasmussen.
Vejleder: Anders Madsen,

10/79 "TERMODYNAMIK I GYMNASIET".
Projektrapport af: Jan Christensen og Jeanne Mortensen,
Vejledere: Karin Beyer og Peder Voetmann Christiansen.

11/79 "STATISTISKE MATERIALER".
Af: Jørgen Larsen.

12/79 "LINEÆRE DIFFERENTIALLIGNINGER OG DIFFERENTIALLIGNINGSSYSTEMER".
Af: Mogens Brun Heefelt.
Nr. 12 er udgået.

13/79 "CAVENDISH'S FORSØG I GYMNASIET".
Projektrapport af: Gert Kreinøe.
Vejleder: Albert Chr. Paulsen.

14/79 "BOOKS ABOUT MATHEMATICS: History, Philosophy, Education, Models, System Theory, and Works of".
Af: Else Høyrup.
Nr. 14 er p.t. udgået.

15/79 "STRUKTUREL STABILITET OG KATASTROFER i systemer i og udenfor termodynamisk ligevægt".
Specialeopgave af: Leif S. Striegler.
Vejleder: Peder Voetmann Ckristiansen.

16/79 "STATISTIK I KRÆFTFORSKNINGEN".
Projektrapport af: Michael Olsen oo Jørn Jensen.
Vejleder: Jørgen Larsen.

17/79 "AT SPØRGE OG AT SVARE i fysikundervisningen".
Af: Albert Christian Paulsen.

18/79 "MATHEMATICS AND THE REAL WORLD", Proceedings af an International Workshop, Roskilde University Centre, Denmark, 1978.
Preprint.
Af: Bernhelm Booss og Mogens Niss (eds.)

19/79 "GEOMETRI, SKOLE OG VIRKELIGHED".
Projektrapport af: Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen og Per H.H. Larsen.
Vejleder: Mogens Niss.

20/79 "STATISTISKE MODELLER TIL BESTEMMELSE AF SIKRE DOSER FOR CARCINOGENE STOFFER".
Projektrapport af: Michael Olsen og Jørn Jensen.
Vejleder: Jørgen Larsen

21/79 "KONTROL I GYMNASIET-FORMÅL OG KONSEKVENSER".
Projektrapport af: Crilles Bacher, Per S.Jensen, Preben Jensen og Torben Nysteen.

22/79 "SEMIOTIK OG SYSTEMEGENSKABER (1)".
1-port lineært response og støj i fysikken.
Af: Peder Voetmann Christiansen.

23/79 "ON THE HISTORY AF EARLY WAVE MECHANICS - with special emphasis on the role af realitivity".
Af: Helge Kragh.

24/80 a+b "MATEMATIKOPFATTELSER HOS 2.C'ERE".
1. En analyse. 2. Interviewmateriale.
Projektrapport af: Jan Christensen og Knud Lindhardt Rasmussen.
Vejleder: Mogens Niss.

25/80 "EKSAMENSOPGAVER", Dybdemodulet/fysik 1974-79.

26/80 "OM MATEMATISKE MODELLER".
En projektrapport og to artikler.
Af: Jens Højgaard Jensen m.fl.

27/80 "METHODOLOGY AND PHILOSOPHY AF SCIENCE IN PAUL DIRAC's PHYSICS".
Af: Helge Kragh.

28/80 "DIELEKTRISK RELAXATION - et forslag til en ny model bygget på vaskernes viscoelastiske egenskaber".
Projektrapport af: Gert Kreinøe.
Vejleder: Niels Boye Olsen.

29/80 "ODIN - undervisningsmateriale til et kursus i differentialligningsmodeller".
Projektrapport af: Tommy R. Andersen, Per H.H. Larsen og Peter H. Lassen.
Vejleder: Mogens Brun Heefelt.

30/80 "FUSIONSENERGIEN - - - ATOMSAMFUNDETS ENDESTATION".
Af: Oluf Danielsen.
Nr. 30 er udgået.

31/80 "VIDENSKABSTEORETISKE PROBLEMER VED UNDERVISNINGS-SYSTEMER BASERET PÅ MÆNGDELÆRE".
Projektrapport af: Troels Lange og Jørgen Karrebæk.
Vejleder: Stig Andur Pedersen.
Nr. 31 er p.t. udgået.

32/80 "POLYMERE STOFFERS VISCOELASTISKE EGENSKABER - BELYST VED HJÆLP AF MEKANISKE IMPEDANSMÅLINGER MÖSSBAUEREFFEKTMÅLINGER".
Projektrapport af: Crilles Bacher og Preben Jensen.
Vejledere: Niels Boye Olsen og Peder Voetmann Christiansen.

33/80 "KONSTITUERING AF FAG INDEN FOR TEKNISK - NATURVIDENSKABELIGE UDDANNELSER. I-II".
Af: Arne Jakobsen.

34/80 "ENVIRONMENTAL IMPACT AF WIND ENERGY UTILIZATION".
ENERGY SERIES NO. I.
Af: Bent Sørensen
Nr. 34 er udgået.

35/80 "HISTORISKE STUDIER I DEN NYERE ATOMFYSIKS UDVIKLING".
Af: Helge Kragh.

36/80 "HVAD ER MENINGEN MED MATEMATIKUNDERVISNINGEN?".
Fire artikler.
Af: Mogens Niss.

37/80 "RENEWABLE ENERGY AND ENERGY STORAGE".
ENERGY SERIES NO. 2.
Af: Bent Sørensen.

38/81 "TIL EN HISTORIETEORI OM NATURERKENDELSE, TEKNOLOGI OG SAMFUND".
Projektrapport af: Erik Gade, Hans Hedal, Henrik Lau og Finn Physant.
Vejledere: Stig Andur Pedersen, Helge Kragh og Ib Thiersen.
Nr. 38 er p.t. udgået.

39/81 "TIL KRITIKKEN AF VÆKSTØKONOMIEN".
Af: Jens Højgaard Jensen.

40/81 "TELEKOMMUNIKATION I DANMARK - oplæg til en teknologivurdering".
Projektrapport af: Arne Jørgensen, Bruno Petersen og Jan Vedde.
Vejleder: Per Nørgaard.

41/81 "PLANNING AND POLICY CONSIDERATIONS RELATED TO THE INTRODUCTION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES INTO ENERGY SUPPLY SYSTEMS".
ENERGY SERIES NO. 3.
Af: Bent Sørensen.

42/81 "VIDENSKAB TEORI SAMFUND - En introduktion til materialistiske videnskabsopfattelser".
Af: Helge Kragh og Stig Andur Pedersen.

43/81 1."COMPARATIVE RISK ASSESSMENT OF TOTAL ENERGY SYSTEMS".
2."ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF DECENTRALIZATION".
ENERGY SERIES NO. 4.
Af: Bent Sørensen.

44/81 "HISTORISKE UNDERSØGELSER AF DE EKSPERIMENTELLE FORUDSÆTNINGER FOR RUTHERFORDS ATOMMODEL".
Projektrapport af: Niels Thor Nielsen.
Vejleder: Bent C. Jørgensen.

45/82 Er aldrig udkommet.

46/82 "EKSEMPLARISK UNDERVISNING OG FYSISK ERKENDESE-
1+11 ILLUSTRERET VED TO EKSEMPLER".
Projektrapport af: Torben O.Olsen, Lasse Rasmussen og Niels Dreyer Sørensen.
Vejleder: Bent C. Jørgensen.

47/82 "BARSEBÄCK OG DET VÆRST OFFICIELT-TÆNKELIGE UHELD".
ENERGY SERIES NO. 5.
Af: Bent Sørensen.

48/82 "EN UNDERSØGELSE AF MATEMATIKUNDERVISNINGEN PÅ ADGANGSKURSUS TIL KØBENHAVNS TEKNIKUM".
Projektrapport af: Lis Eilertzen, Jørven Karrebæk, Troels Lange, Preben Nørregaard, Lissi Pedesen, Laust Rishøj, Lill Røn og Isac Showiki.
Vejleder: Mogens Niss.

49/82 "ANALYSE AF MULTISPEKTRALE SATELLITBILLEDER".
Projektrapport af: Preben Nørregaard.
Vejledere: Jørgen Larsen og Rasmus Ole Rasmussen.

50/82 "HERSLEV - MULIGHEDER FOR VEDVARENDE ENERGI I EN LANDSBY".
ENERGY SERIES NO. 6.
Rapport af: Bent Christensen, Bent Hove Jensen, Dennis B. Møller, Bjarne Laursen, Bjarne Lillethorup og Jacob Mørch Pedersen.
Vejleder: Bent Sørensen.

51/82 "HVAD KAN DER GØRES FOR AT AFHJÆLPE PIGERS BLOKERING OVERFOR MATEMATIK ?"
Projektrapport af: Lis Eilertzen, Lissi Pedersen, Lill Røn og Susanne Stender.

52/82 "DESUSPENSION OF SPLITTING ELLIPTIC SYMBOLS".
Af: Bernhelm Booss og Krzysztof Wojciechowski.

53/82 "THE CONSTITUTION OF SUBJECTS IN ENGINEERING EDUCATION".
Af: Arne Jacobsen og Stig Andur Pedersen.

54/82 "FUTURES RESEARCH" - A Philorophical Analysis of Its Subject-Matter and Methods.
Af: Stig Andur Pedersen og Johannes Witt-Hansen.

55/82 "MATEMATISKE MODELLER" - Litteratur på Roskilde Universitetsbibliotek.
En biografi.
Af: Else Høyrup.

Vedr. tekst nr. 55/82 se også tekst nr. 62/83.

56/82 "ÉN - TO - MANGE" -
En undersøgelse af matematisk økologi.
Projektrapport af: Troels Lange.
Vejleder: Anders Madsen.

57/83 "ASPECT EKSPERIMENTET"-
Skjulte variable i kvantemekanikken?
Projektrapport af: Tom Juul Andersen.
Vejleder: Peder Voetmann Christiansen.
Nr. 57 er udgået.

58/83 "MATEMATISKE VANDRINGER" - Modelbetragtninger over spredning af dyr mellem småbiotoper i agerlandet.
Projektrapport af: Per Hammershøj Jensen og Lene Vagn Rasmussen.
Vejleder: Jørgen Larsen.

59/83 "THE METHODOLOGY OF ENERGY PLANNING".
ENERGY SERIES NO. 7.
Af: Bent Sørensen.

60/83 "MATEMATISK MODEKSPERTISE"- et eksempel.
Projektrapport af: Erik O. Gade, Jørgen Karrebæk og Preben Nørregaard.
Vejleder: Anders Madsen.

61/83 "FYSIKS IDEOLOGISKE FUNKTION, SOM ET EKSEMPEL PÅ EN NATURVIDENSKAB - HISTORISK SET".
Projektrapport af: Annette Post Nielsen.
Vejledere: Jens Høyrup, Jens Højgaard Jensen og Jørgen Vogelius.

62/83 "MATEMATISKE MODELLER" - Litteratur på Roskilde Universitetsbibliotek.
En biografi 2. rev. udgave.
Af: Else Høyrup.

63/83 "GREATING ENERGY FUTURES:A SHORT GUIDE TO ENERGY PLANNING".
ENERGY SERIES No. 8.
Af: David Crossley og Bent Sørensen.

64/83 "VON MATEMATIK UND KRIEG".
Af: Berhelm Booss og Jens Høyrup.

65/83 "ANVENDT MATEMATIK - TEORI ELLER PRAKSIS".
Projektrapport af: Per Hedegård Andersen, Kirsten Habekost, Carsten Holst-Jensen, Anneline von Moos, Else Marie Pedersen og Erling Møller Pedersen.
Vejledere: Bernhelm Booss og Klaus Grünbaum.

66/83 "MATEMATISKE MODELLER FOR PERIODISK SELEKTION I ESCHERICHIA COLI".
Projektrapport af: Hanne Lisbet Andersen, Ole Richard Jensen og Klavs Frisdahl.
Vejledere: Jørgen Larsen og Anders Hede Madsen.

67/83 "ELEPSOIDE METODEN - EN NY METODE TIL LINEÆR PROGRAMMERING?"
Projektrapport af: Lone Biilmann og Lars Boye.
Vejleder: Mogens Brun Heefelt.

68/83 "STOKASTISKE MODELLER I POPULATIONSGENETIK"
- til kritikkan af teoriladede modeller.
Projektrapport af: Lise Odgård Gade, Susanne Hansen, Michael Hviid og Frank Mølgård Olsen.
Vejleder: Jørgen Larsen.

69/83 "ELEVFORUDSÆTNINGER I FYSIK"
- en test i 1.g med kommentarer.
Af: Albert C. Paulsen.

70/83 "INDLÆRINGS - OG FORMIDLINGSPROBLEMER I MATEMATIK PÅ VOKSENUNDERVISNINGSNIVEAU".
Projektrapport af: Hanne Lisbet Andersen, Torben J. Andreasen, Svend Åge Houmann, Helle Glerup Jensen, Keld Fl. Nielsen, Lene Vagn Rasmussen.
Vejleder: Klaus Grünbaum og Anders Hede Madsen.

71/83 "PIGER OG FYSIK"
- et problem og en udfordring for skolen?
Af: Karin Beyer, Sussanne Blegaa, Birthe Olsen, Jette Reich og Mette Vedelsby.

72/83 "VERDEN IFØLGE PEIRCE" - to metafysiske essays, om og af C.S Peirce.
Af: Peder Voetmann Christiansen.

73/83 ""EN ENERGIANALYSE AF LANDBRUG"
- økologisk contra traditionelt.
ENERGY SERIES NO. 9
Specialeopgave i fysik af: Bent Hove Jensen.
Vejleder: Bent Sørensen.

74/84 "MINIATURISERING AF MIKROELEKTRONIK" - om videnskabeliggjort teknologi og nytten af at lære fysik.
Projektrapport af: Bodil Harder og Linda Szkotak Jensen.
Vejledere: Jens Højgaard Jensen og Bent C. Jørgensen.

75/84 "MATEMATIKUNDERVISNINGEN I FREMTIDENS GYMNASIUM"
- Case: Lineær programmering.
Projektrapport af: Morten Blomhøj, Klavs Frisdahl og Frank Mølgaard Olsen.
Vejledere: Mogens Brun Heefelt og Jens Bjørneboe.

76/84 "KERNEKRAFT I DANMARK?" - Et høringssvar indkaldt af miljøministeriet, med kritik af miljøstyrelsens rapporter af 15. marts 1984.
ENERGY SERIES No. 10
Af: Niels Boye Olsen og Bent Sørensen.

77/84 "POLITISKE INDEKS - FUP ELLER FAKTA?"
Opinionsundersøgelser belyst ved statistiske modeller.
Projektrapport af: Svend Åge Houmann, Keld Nielsen og Susanne Stender.
Vejledere: Jørgen Larsen og Jens Bjørneboe.

78/84 "JÆVNSTRØMSLEDNINGSEVNE OG GITTERSTRUKTUR I AMORFT GERMANIUM".
Specialrapport af: Hans Hedal, Frank C. Ludvigsen og Finn C. Physant.
Vejleder: Niels Boye Olsen.

79/84 "MATEMATIK OG ALMENDANNELSE".
Projektrapport af: Henrik Coster, Mikael Wennerberg Johansen, Povl Kattler, Birgitte Lydholm og Morten Overgaard Nielsen.
Vejleder: Bernhelm Booss.

80/84 "KURSUSMATERIALE TIL MATEMATIK B".
Af: Mogens Brun Heefelt.

81/84 "FREKVENSAFHÆNGIG LEDNINGSEVNE I AMORFT GERMANIUM".
Specialerapport af: Jørgen Wind Petersen og Jan Christensen.
Vejleder: Niels Boye Olsen.

82/84 "MATEMATIK - OG FYSIKUNDERVISNINGEN I DET AUTOMATISEREDE SAMFUND".
Rapport fra et seminar afholdt i Hvidovre 25-27 april 1983.
Red.: Jens Højgaard Jensen, Bent C. Jørgensen og Mogens Niss.

83/84 "ON THE QUANTIFICATION OF SECURITY":
PEACE RESEARCH SERIES NO. 1
Af: Bent Sørensen
nr. 83 er p.t. udgået

84/84 "NOGLE ARTIKLER OM MATEMATIK, FYSIK OG ALMENDANNELSE".
Af: Jens Højgaard Jensen, Mogens Niss m. fl.

85/84 "CENTRIFUGALREGULATORER OG MATEMATIK".
Specialerapport af: Per Hedegård Andersen, Carsten Holst-Jensen, Else Marie Pedersen og Erling Møller Pedersen.
Vejleder: Stig Andur Pedersen.

86/84 "SECURITY IMPLICATIONS OF ALTERNATIVE DEFENSE OPTIONS FOR WESTERN EUROPE".
PEACE RESEARCH SERIES NO. 2
Af: Bent Sørensen.

87/84 "A SIMPLE MODEL OF AC HOPPING CONDUCTIVITY IN DISORDERED SOLIDS".
Af: Jeppe C. Dyre.

88/84 "RISE, FALL AND RESURRECTION OF INFINITESIMALS".
Af: Detlef Laugwitz.

89/84 "FJERNVARMEOPTIMERING".
Af: Bjarne Lillethorup og Jacob Mørch Pedersen.

90/84 "ENERGI I 1.G - EN TEORI FOR TILRETTELÆGGELSE".
Af: Albert Chr. Paulsen.

91/85 "KVANTETEORI FOR GYMNASIET".
1. Lærervejledning
Projektrapport af: Biger Lundgren, Henning Sten Hansen og John Johansson.
Vejleder: Torsten Meyer.

92/85 "KVANTETEORI FOR GYMNASIET".
2. Materiale
Projektrapport af: Biger Lundgren, Henning Sten Hansen og John Johansson.
Vejleder: Torsten Meyer.

93/85 "THE SEMIOTICS OF QUANTUM - NON - LOCALITY".
Af: Peder Voetmann Christiansen.

94/85 "TREENIGHEDEN BOURBAKI - generalen, matematikeren og ånden".
Projektrapport af: Morten Blomhøj, Klavs Frisdahl og Frank M. Olsen.
Vejleder: Mogens Niss.

95/85 "AN ALTERNATIV DEFENSE PLAN FOR WESTERN EUROPE".
PEACE RESEARCH SERIES NO. 3
Af: Bent Sørensen

96/85 "ASPEKTER VED KRAFTVARMEFORSYNING".
Af: Bjarne Lillethorup.
Vejleder: Bent Sørensen.

97/85 "ON THE PHYSICS OF A.C. HOPPING CONDUCTIVITY".
Af: Jeppe C. Dyre.

98/85 "VALGMULIGHEDER I INFORMATIONSALDEREN".
Af: Bent Sørensen.

99/85 "Der er langt fra Q til R".
Projektrapport af: Niels Jørgensen og Mikael Klintorp.
Vejleder: Stig Andur Pedersen.

100/85 "TALSYSTEMETS OPBYGNING".
Af: Mogens Niss.

101/85 "EXTENDED MOMENTUM THEORY FOR WINDMILLS IN PERTURBATIVE FORM".
Af: Ganesh Sengupta.

102/85 OPSTILLING OG ANALYSE AF MATEMATISKE MODELLER, BELYST VED MODELLER OVER KØERS FODEROPTAGELSE OG - OMSÆTNING".
Projektrapport af: Lis Eilertzen, Kirsten Habekost, Lill Røn og Susanne Stender.
Vejleder: Klaus Grünbaum.

103/85 "ØDSLE KOLDKRIGERE OG VIDENSKABENS LYSE IDEER".
Projektrapport af: Niels Ole Dam og Kurt Jensen.
Vejleder: Bent Sørensen.

104/85 "ANALOGREGNEMASKINEN OG LORENZLIGNINGER".
Af: Jens Jæger.

105/85 "THE FREQUENCY DEPENDENCE OF THE SPECIFIC HEAT AF THE GLASS REANSITION".
Af: Tage Christensen.

"A SIMPLE MODEL AF AC HOPPING CONDUCTIVITY".
Af: Jeppe C. Dyre.
Contributions to the Third International Conference on the Structure of Non - Crystalline Materials held in Grenoble July 1985.

106/85 "QUANTUM THEORY OF EXTENDED PARTICLES".
Af: Bent Sørensen.

107/85 "EN MYG GØR INGEN EPIDEMI".
- flodblindhed som eksempel på matematisk modellering af et epidemiologisk problem.
Projektrapport af: Per Hedegård Andersen, Lars Boye, CarstenHolst Jensen, Else Marie Pedersen og Erling Møller Pedersen.
Vejleder: Jesper Larsen.

108/85 "APPLICATIONS AND MODELLING IN THE MATEMATICS CURRICULUM" - state and trends -
Af: Mogens Niss.

109/85 "COX I STUDIETIDEN" - Cox's regressionsmodel anvendt på studenteroplysninger fra RUC.
Projektrapport af: Mikael Wennerberg Johansen, Poul Kæler og Torben J. Andreasen.
Vejleder: Jørgen Larsen.

110/85 "PLANNING FOR SECURITY".
Af: Bent Sørensen

111/85 JORDEN RUNDT PÅ FLADE KORT".
Projektrapport af: Birgit Andresen, Beatriz Quinones og Jimmy Staal.
Vejleder: Mogens Niss.

112/85 "VIDENSKABELIGGØRELSE AF DANSK TEKNOLOGISK INNOVATION FREM TIL 1950 - BELYST VED EKSEMPLER".
Projektrapport af: Erik Odgaard Gade, Hans Hedal, Frank C. Ludvigsen, Annette Post Nielsen og Finn Physant.
Vejleder: Claus Bryld og Bent C. Jørgensen.

113/85 "DESUSPENSION OF SPLITTING ELLIPTIC SYMBOLS II".
Af: Bernhelm Booss og Krzysztof Wojciechowski.

114/85 "ANVENDELSE AF GRAFISKE METODER TIL ANALYSE AF KONTIGENSTABELLER".
Projektrapport af: Lone Biilmann, Ole R. Jensen og Arne-Lise von Moos.
Vejleder: Jørgen Larsen.

115/85 "MATEMATIKKENS UDVIKLING OP TIL RENÆSSANCEN".
Af: Mogens Niss.

116/85 "A PHENOMENOLOGICAL MODEL FOR THE MEYER-NELDEL RULE".
Af: Jeppe C. Dyre.

117/85 "KRAFT & FJERNVARMEOPTIMERING"
Af: Jacob Mørch Pedersen.
Vejleder: Bent Sørensen

118/85 "TILFÆLDIGHEDEN OG NØDVENDIGHEDEN IFØLGE PEIRCE OG FYSIKKEN".
Af: Peder Voetmann Christiansen

119/86 "DET ER GANSKE VIST - - EUKLIDS FEMTE POSTULAT KUNNE NOK SKABE RØRE I ANDEDAMMEN".
Af: Iben Maj Christiansen
Vejleder: Mogens Niss.

120/86 "ET ANTAL STATISTISKE STANDARDMODELLER".
Af: Jørgen Larsen

121/86 "SIMULATION I KONTINUERT TID".
Af: Peder Voetmann Christiansen.

122/86 "ON THE MECHANISM OF GLASS IONIC CONDUCTIVITY".
Af: Jeppe C. Dyre.

123/86 "GYMNASIEFYSIKKEN OG DEN STORE VERDEN".
Fysiklærerforeningen, IMFUFA, RUC.

124/86 "OPGAVESAMLING I MATEMATIK".
Samtlige opgaver stillet i tiden 1974-jan. 1986.

125/86 "UVBY,β - systemet - en effektiv fotometrisk spektralklassifikation af B-,A- og F-stjerner".
Projektrapport af: Birger Lundgren.

126/86 "OM UDVIKLINGEN AF DEN SPECIELLE RELATIVITETSTEORI".
Projektrapport af: Lise Odgaard & Linda Szkotak Jensen
Vejledere: Karin Beyer & Stig Andur Pedersen.

127/86 "GALOIS' BIDRAG TIL UDVIKLINGEN AF DEN ABSTRAKTE ALGEBRA".
Projektrapport af: Pernille Sand, Heine Larsen & Lars Frandsen.
Vejleder: Mogens Niss.

128/86 "SMÅKRYB" - om ikke-standard analyse.
Projektrapport af: Niels Jørgensen & Mikael Klintorp.
Vejleder: Jeppe Dyre.

129/86 "PHYSICS IN SOCIETY"
Lecture Notes 1983 (1986)
Af: Bent Sørensen

130/86 "Studies in Wind Power"
Af: Bent Sørensen

131/86 "FYSIK OG SAMFUND" - Et integreret fysik/historieprojekt om naturanskuelsens historiske udvikling og dens samfundsmæssige betingethed.
Projektrapport af: Jakob Heckscher, Søren Brønd, Andy Wierød.
Vejledere: Jens Høyrup, Jørgen Vogelius, Jens Højgaard Jensen.

132/86 "FYSIK OG DANNELSE"
Projektrapport af: Søren Brønd, Andy Wierød.
Vejledere: Karin Beyer, Jørgen Vogelius.

133/86 "CHERNOBYL ACCIDENT: ASSESSING THE DATA.
ENERGY SERIES NO. 15.
AF: Bent Sørensen.

134/87 "THE D.C. AND THE A.C. ELECTRICAL TRANSPORT IN AsSeTe SYSTEM
Authors: M.B.El-Den, N.B.Olsen, Ib Høst Pedersen, Petr Viščor

135/87 "INTUITIONISTISK MATEMATIKS METODER OG ERKENDELSESTEORETISKE FORUDSÆTNINGER"
MASTEMATIKSPECIALE: Claus Larsen
Vejledere: Anton Jensen og Stig Andur Pedersen

136/87 "Mystisk og naturlig filosofi: En skitse af kristendommens første og andet møde med græsk filosofi"
Projektrapport af Frank Colding Ludvigsen
Vejledere: Historie: Ib Thiersen
Fysik: Jens Højgaard Jensen

137/87 "HOPMODELLER FOR ELEKTRISK LEDNING I UORDNEDE FASTE STOFFER" - Resume af licentiatafhandling
Af: Jeppe Dyre
Vejledere: Niels Boye Olsen og Peder Voetmann Christiansen.

138/87 "JOSEPHSON EFFECT AND CIRCLE MAP."

Paper presented at The International Workshop on Teaching Nonlinear Phenomena at Universities and Schools, "Chaos in Education". Balaton, Hungary, 26 April-2 May 1987.

By: Peder Voetmann Christiansen

139/87 "Machbarkeit nichtbeherrschbarer Technik durch Fortschritte in der Erkennbarkeit der Natur"

Af: Bernhelm Booss-Bavnbek
Martin Bohle-Carbonell

140/87 "ON THE TOPOLOGY OF SPACES OF HOLOMORPHIC MAPS"

By: Jens Gravesen

141/87 "RADIOMETERS UDVIKLING AF BLODGASAPPARATUR - ET TEKNOLOGIHISTORISK PROJEKT"

Projektrapport af Finn C. Physant

Vejleder: Ib Thiersen

142/87 "The Calderón Projektor for Operators With Splitting Elliptic Symbols"

by: Bernhelm Booss-Bavnbek og
Krzysztof P. Wojciechowski

143/87 "Kursusmateriale til Matematik på NAT-BAS"

af: Mogens Brun Heefelt

144/87 "Context and Non-Locality - A Peircan Approach

Paper presented at the Symposium on the Foundations of Modern Physics The Copenhagen Interpretation 60 Years after the Como Lecture. Joensuu, Finland, 6 - 8 august 1987.

By: Peder Voetmann Christiansen

145/87 "AIMS AND SCOPE OF APPLICATIONS AND MODELLING IN MATHEMATICS CURRICULA"

Manuscript of a plenary lecture delivered at ICMTA 3, Kassel, FRG 8.-11.9.1987

By: Mogens Niss

146/87 "BESTEMMELSE AF BULKRESISTIVITETEN I SILICIUM"

- en ny frekvensbaseret målemetode.

Fysikspeciale af Jan Vedde

Vejledere: Niels Boye Olsen & Petr Viščor

147/87 "Rapport om BIS på NAT-BAS"

redigeret af: Mogens Brun Heefelt

148/87 "Naturvidenskabsundervisning med Samfundsperspektiv"

af: Peter Colding-Jørgensen DLH
Albert Chr. Paulsen

149/87 "In-Situ Measurements of the density of amorphous germanium prepared in ultra high vacuum"

by: Petr Viščor

150/87 "Structure and the existence of the first sharp diffraction peak in amorphous germanium prepared in UHV and measured in-situ"

by: Petr Viščor

151/87 "DYNAMISK PROGRAMMERING"

Matematikprojekt af:
Birgit Andresen, Kold Nielsen og Jimmy Staal

Vejleder: Mogens Niss

152/87 "PSEUDO-DIFFERENTIAL PROJECTIONS AND THE TOPOLOGY OF CERTAIN SPACES OF ELLIPTIC BOUNDARY VALUE PROBLEMS"

by: Bernhelm Booss-Bavnbek
Krzysztof P. Wojciechowski

153/88 "HALVLEDERTEKNOLOGIENS UDVIKLING MELLEM MILITÆRE OG CIVILE KRÆFTER"

Et eksempel på humanistisk teknologihistorie Historiespeciale

Af: Hans Hedal

Vejleder: Ib Thiersen

154/88 "MASTER EQUATION APPROACH TO VISCOUS LIQUIDS AND THE GLASS TRANSITION"

By: Jeppe Dyre

155/88 "A NOTE ON THE ACTION OF THE POISSON SOLUTION OPERATOR TO THE DIRICHLET PROBLEM FOR A FORMALLY SELFADJOINT DIFFERENTIAL OPERATOR"

by: Michael Pedersen

156/88 "THE RANDOM FREE ENERGY BARRIER MODEL FOR AC CONDUCTION IN DISORDERED SOLIDS"

by: Jeppe C. Dyre

157/88 " STABILIZATION OF PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS BY FINITE DIMENSIONAL BOUNDARY FEEDBACK CONTROL: A pseudo-differential approach."

by: Michael Pedersen

158/88 "UNIFIED FORMALISM FOR EXCESS CURRENT NOISE IN RANDOM WALK MODELS"

by: Jeppe Dyre

159/88 "STUDIES IN SOLAR ENERGY"

by: Bent Sørensen

160/88 "LOOP GROUPS AND INSTANTONS IN DIMENSION TWO"

by: Jens Gravesen

161/88 "PSEUDO-DIFFERENTIAL PERTURBATIONS AND STABILIZATION OF DISTRIBUTED PARAMETER SYSTEMS:

Dirichlet feedback control problems"

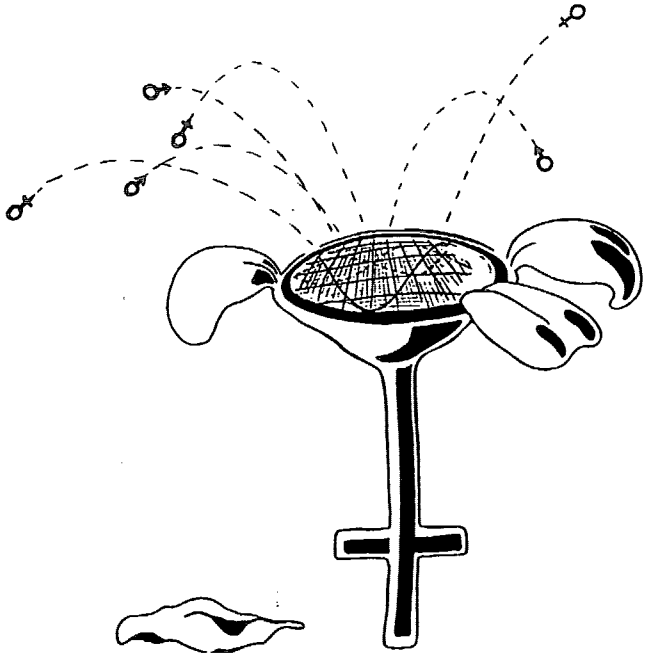
by: Michael Pedersen

162/88 "PIGER & FYSIK - OG MEGET MERE"

AF: Karin Beyer, Susanne Blegaa, Birthe Olsen,
Jette Reich , Mette Vedelsby

163/88 "EN MATEMATISK MODEL TIL BESTEMMELSE AF PERMEABILITETEN FOR BLOD-NETHINDE-BARRIEREN"

Af: Finn Langberg, Michael Jarden, Lars Frellesen

Vejleder: Jesper Larsen

SLUT?