Fysik i skolen – skolen i fysik

Evaluering af fysik i det almene gymnasium

2001

DANMARKS
EVALUERINGSINSTITUT

Fysik i skolen – skolen i fysik

© 2001 Danmarks Evalueringsinstitut
Trykt hos Vester Kopi

Eftertryk med kildeangivelse er tilladt

Bestilles hos:

Statens Information
Publikationsafdelingen
Kigkurren 10
Postboks 1300
2300 København S

T 33 37 92 28
F 33 37 92 80

E sp@si.dk
H www.si.dk

Kr. 30,- inkl moms

ISBN 87-7958-020-3

Indhold

Forord 11

1 Indledning 13

1.1 Evalueringens baggrund 13
1.2 Indledningens øvrige indhold 15
1.3 Evalueringens formål 15
1.4 Evalueringens forløb 17
1.5 Evalueringens organisering 17
1.6 Forundersøgelse 18
1.6.1 Skoleudvælgelsen 18
1.6.2 Fokusgruppeinterview 20
1.6.3 Skolebesøg 20
1.7 Dokumentation og evalueringsmetoder 21
1.7.1 Selvevalueringsrapporter fra de 15 skoler 21
1.7.2 To spørgeskemaundersøgelser af elever 23
1.7.3 Interviewundersøgelse på aftagerinstitutioner 24
1.7.4 Evalueringsgruppens besøg på 15 skoler 25
1.7.5 Samlet vurdering af dokumentationen 25
1.8 Selvevalueringsprocessen 26
1.9 Rapportens opbygning 31
1.10 Notabene 31

2 Resumé 35

2.1 Evalueringens baggrund 35
2.2 Formål og hovedtemaer 35
2.3 Evalueringsrapportens struktur og indhold 36
2.4 Dokumentation og evalueringsmetoder 37
2.5 Del I Fagligt indhold 37
2.5.1 Overgangen fra grundskole til gymnasium 37

2.5.2 Kernestof 38
2.5.3 Perspektiver 39
2.5.4 Eksperimentelt arbejde 39
2.5.5 Anvendelse af IT 40
2.5.6 Fysik på højt niveau 41
2.5.7 Progression i indholdet på obligatorisk og højt niveau 42
2.5.8 Studieforudsætninger 43
2.6 Del II Tilrettelæggelse og arbejdsformer 43
2.6.1 Undervisningens tilrettelæggelse på obligatorisk og højt niveau 43
2.6.2 Arbejdsformer 44
2.6.3 Progression 44
2.6.4 Studieforudsætninger 44
2.7 Del III Den skriftlige dimension 45
2.7.1 Vejledning og retning 45
2.7.2 Progression 46
2.7.3 Studieforudsætninger 46
2.7.4 Større skriftlig opgave 47
2.8 Del IV Fysik i skolen 47
2.8.1 Skolefaget fysik – en konstruktion 48
2.8.2 Evaluering og medbestemmelse 48
2.8.3 Fysiske forhold og økonomiske ressourcer 49
2.8.4 Fysiklæreres efteruddannelse 51
2.8.5 Kvalitetssikring 53
2.9 Problemer og visioner 53

Del I Fagligt indhold 55

3 Fra grundskole til gymnasium 57
3.1 Elevernes oplevelse af overgangen 57
3.2 Undersøgelse af elevernes indgangsforudsætninger 60
3.2.1 Skolernes praksis og holdninger 60
3.2.2 Fysiklærernes praksis 61
3.2.3 Lærernes syn på styrker og svagheder i elevernes bagage 63
3.3 Hvordan introduceres fysikfaget? 65
3.3.1 Skoleledelsernes syn på introduktionsforløb 65
3.3.2 Fysiklærernes praksis omkring og syn på introduktion 66
3.3.3 Introduktionen til faget set med elevøjne 67

3.4 Elevernes generelle holdning til fysik i gymnasiet 68
3.5 Sammenfatning 68
3.6 Konklusion og anbefalinger 69

4 Kernestof 71
4.1 Kernestoffet – som det beskrives af fysiklærere 71
4.2 Elevernes opfattelse af kernestoffet 73
4.3 Sammenfatning 76
4.4 Konklusion og anbefalinger 76

5 Perspektiver 79
5.1 Fysiklærernes beskrivelse af perspektiverne 79
5.2 Elevernes interesse for perspektiverne 81
5.3 Sammenfatning 84
5.4 Konklusion og anbefalinger 84

6 Eksperimentelt arbejde 85
6.1 Det eksperimentelle arbejde i undervisningen 86
6.2 Eksperimentelt arbejde set med lærerøjne 87
6.2.1 Problemfelter i relation til det eksperimentelle arbejde 88
6.2.2 Eksperimenter som formidling af kernestof 91
6.3 Det eksperimentelle arbejde set med elevøjne 92
6.4 Sammenfatning 95
6.5 Konklusion og anbefalinger 96

7 Anvendelse af IT 99
7.1 IT i fysikundervisningen set med lærerøjne 100
7.2 Elevernes holdning til IT 102
7.3 Sammenfatning 104
7.4 Konklusion og anbefalinger 104

8 Fysik på højt niveau 107
8.1 Relationen mellem de to niveauer set med lærerøjne 107
8.1.1 Hvad bliver anderledes på højt niveau? 107
8.1.2 Relationen mellem de to niveauer set med elevøjne 108
8.2 Fagligt indhold på højt niveau 109
8.2.1 Kernestoffet set med lærerøjne 109

8.2.2 Perspektiver set med lærerøjne 110
8.2.3 Eksperimentelt arbejde set med lærerøjne 110
8.2.4 Omfanget af IT i undervisningen 110
8.2.5 Eleverne om indholdet på højt niveau 111
8.2.6 Anvendelse af IT set med elevøjne 113
8.3 Sammenfatning 113
8.4 Konklusion og anbefalinger 114

9 Progression 115
9.1 Progression i kernestoffet 115
9.1.1 Fysiklærernes opfattelse af progression i kernestoffet 115
9.2 Progression i perspektiverne 117
9.2.1 Fysiklærerne om progression i forhold til perspektiverne 117
9.3 Progression i eksperimentelt arbejde 117
9.3.1 Fysiklærerne om progression i det eksperimentelle arbejde 118
9.4 Elevernes oplevelse af progression 118
9.5 Højt niveau 119
9.5.1 Lærerne om progression på højt niveau 120
9.6 Sammenfatning 121
9.7 Konklusion og anbefalinger 121

10 Studieforudsætninger 123
10.1 Fysik og studieforudsætninger – set med lærerøjne 123
10.2 Skoleledelsernes syn på fysik og studieforudsætninger 125
10.3 Studerendes og aftageres syn på studiekompetencer 125
10.3.1 Studerendes vurdering af gymnasiets fysikundervisning 126
10.3.2 Undervisernes vurdering af de studerendes indgangsniveau 126
10.4 Sammenfatning 127
10.5 Konklusion 127

Del II Tilrettelæggelse og arbejdsformer 129

11 Undervisningens tilrettelæggelse 131
11.1 Tematiske/systematiske forløb - læreropfattelser 131
11.2 Elevernes oplevelse af tilrettelæggelsen 132
11.3 Tværfaglighed 133
11.3.1 Praksis og holdninger til tværfaglighed - læreropfattelser 133

11.3.2 Hvad siger eleverne om tværfaglighed? 135
11.4 Sammenfatning 136
11.5 Konklusion og anbefalinger 137

12 Arbejdsformer 139
12.1 Fordelingen af arbejdsformer 140
12.1.1 Lærernes beskrivelse af fordelingen 141
12.2 Klasseundervisning 142
12.2.1 Klasseundervisning ifølge lærerne 142
12.2.2 Klasseundervisning ifølge eleverne 143
12.3 Gruppearbejde 144
12.3.1 Gruppearbejde ifølge lærerne 144
12.3.2 Gruppearbejde ifølge eleverne 144
12.4 Elevernes mundtlighed 145
12.4.1 Lærerne om elevernes mundtlighed 145
12.4.2 Mundtligheden set med elevøjne 145
12.5 Sammenfatning 146
12.6 Konklusion og anbefalinger 146

13 Progression 149

14 Studieforudsætninger 151
14.1 Aftagersynspunkter 151
14.1.1 Fysik som tværfag 151
14.1.2 Evnen til at arbejde selvstændigt 151
14.2 Sammenfatning 152

DEL III Den skriftlige dimension 153

15 Hvad skriver fysikelever? 157
15.1 Lærernes udsagn 157
15.1.1 Opgaveregning 157
15.1.2 Forsøgs- og projektrapporter 158
15.1.3 Andre skriftlige opgavetyper 158
15.1.4 Sammenfatning 158
15.2 Skriftligt udviklingsarbejde 159
15.2.1 Sammenfatning 159

15.3 Elevernes udsagn 160
15.3.1 Opgaver og forsøgsrapporter 160
15.3.2 Projektrapporter 160
15.3.3 Andre former for skriftligt arbejde 160
15.3.4 Sammenfatning 160
15.4 Konklusion og anbefalinger 161

16 Det skriftlige i undervisningen 163
16.1 Parametre for sammenhæng 164
16.1.1 Klare opgaveformuleringer 164
16.1.2 Tilstrækkelig viden 164
16.1.3 Forsøgsvejledninger 165
16.1.4 Tidsmæssig placering 166
16.1.5 Omfang og ophobning af skriftlige afleveringer 167
16.1.6 Projektrapporter 167
16.1.7 Pakkehold 169
16.1.8 Skemastruktur 170
16.1.9 Sammenfatning 170
16.2 Konklusion og anbefalinger 171

17 Vejledning og rettepraksis 175
17.1 Rettepraksis og tilbagemeldinger 175
17.1.1 Elevers vurdering af rettepraksis 177
17.2 Omlægning 179
17.2.1 Skolernes praksis 180
17.2.2 Brug og opfattelser i fysik 180
17.3 Sammenfatning 181
17.4 Konklusion og anbefalinger 182

18 Progression i skriftlig fysik 185
18.1 Skriftlig progression – set med lærerøjne 185
18.1.1 Sammenfatning 186
18.2 Hvordan oplever eleverne progressionen? 187
18.2.1 Sammenfatning 189
18.3 Konklusion og anbefalinger 190

19 Studieforudsætninger 193
19.1 Skolers opfattelser 193
19.2 Opfattelser på aftagerinstitutioner 194
19.3 Sammenfatning 195
19.4 Konklusion og anbefalinger 196

20 Større skriftlig opgave 197
20.1 Fordeling på skoler og køn 198
20.2 Fordeling på emner 199
20.3 Skolernes procedurer og vejledning 200
20.4 Vejledningsfasen 201
20.5 Kriteriet selvstændighed 202
20.6 Modenhed og studiekompetence 202
20.7 Opgavetitler 203
20.8 Elevers motiver til valg af skrivefag 204
20.9 Sammenfatning 206
20.10 Konklusion 207

Del IV Fysik i skolen 209

21 Skolefaget fysik 211
21.1 Hvordan kommer fagets identitet og formål til udtryk? 211
21.2 Overensstemmelse? 212
21.2.1 Fysik og almendannelse 213
21.2.2 Fysik som videnskabsfag og som skolefag 214
21.2.3 Hvad er fysik? – Elevopfattelser 216
21.3 Sammenfatning 217
21.4 Konklusion og anbefalinger 218

22 Evaluering og medbestemmelse 219
22.1 Evaluering og medbestemmelse – set med elevøjne 221
22.1.1 Sammenfatning 224
22.2 Evaluering og medbestemmelse - set med lærerøjne 225
22.2.1 Sammenfatning 227
22.3 Evaluering og medbestemmelse – skoleledelsers syn 228
22.4 Skolernes praksis – fagets praksis 229

22.5 Udviklingsmuligheder 230
22.6 Konklusion og anbefalinger 231

23 Fysiske og økonomiske ressourcer 233

23.1 Lokaler 235
23.1.1 Delkonklusion 237
23.2 Eksperimentelt udstyr 237
23.2.1 EDB og IT 237
23.2.2 Andet apparatur 238
23.2.3 Delkonklusion 239
23.3 Undervisningsmidler 240
23.3.1 Fagets situation generelt 240
23.3.2 Bøger 241
23.3.3 Nye bøger og IT - tak 241
23.3.4 Delkonklusion 243
23.4 Overholdelse af bekendtgørelsen 243
23.5 Konklusion og anbefalinger 243

24 Fysiklæreres efteruddannelse 247

24.1 Efteruddannelse – set med lærerøjne 249
24.1.1 Aktivitetsniveau og kursusformer 249
24.1.2 Kursers indhold 251
24.1.3 Sammenfatning 252
24.2 Andre faglige fora 253
24.2.1 Faggruppemøder 253
24.2.2 Forsøgs- og udviklingsarbejde 254
24.2.3 Eksterne fora 254
24.3 Sammenfatning 255
24.4 Efteruddannelse – set med skoleledelsers øjne 256
24.4.1 Efteruddannelse er essentiel 256
24.4.2 Efteruddannelsespolitik – på vej 256
24.4.3 Faggruppen - en mulighed 257
24.4.4 Bedre efteruddannelse – ja tak! 257
24.4.5 Ressourceforbrug 258
24.4.6 Fagdidaktik og fællesstart 260
24.4.7 Sammenfatning 261
24.5 Fysiklæreres efteruddannelse – set med elevøjne 263

24.5.1 Sammenfatning 265
24.6 Konklusion og anbefalinger 265

25 Kvalitetssikring 267
25.1 Censorinstitutionen 267
25.1.1 Sammenfatning 268
25.2 To udviklingsprojekter 268
25.2.1 Sammenfatning 269
25.3 Det ministerielle tilsyn 269
25.3.1 Sammenfatning 270
25.4 Amtslige og andre udviklingsprojekter 270
25.5 Fagets bekendtgørelse – en ramme 271
25.5.1 Sammenfatning 272
25.6 Konklusion og anbefalinger 272

26 Problemer og visioner 274
26.1 Læreropfattelser 274
26.1.1 Trivsel og krise 274
26.1.2 Udviklingsmuligheder 276
26.2 Ledelsesopfattelser 277
26.2.1 Trivsel og krise 277
26.2.2 Udviklingsmuligheder 278
26.3 Elevopfattelser 280
26.4 Sammenfatning – fagets tilstand 281
26.5 Sammenfatning - udviklingsmuligheder 282
26.6 Evalueringens konklusion 283

Rapporter fra EVA 291

Forord

Denne rapport indeholder en evaluering af faget fysik i det almene gymnasium. Evalueringen er gennemført i et samarbejde mellem EVA og en faglig evalueringsgruppe i henhold til instituttets Handlingsplan 2000. Evalueringen baserer sig på et stort dokumentationsgrundlag, herunder selvevalueringsrapporter fra 15 udvalgte gymnasieskoler, to spørgeskemaundersøgelser der omfatter hhv. elever i 1.-2.g og 3.g, interviewundersøgelser med studerende og undervisere på en række videregående uddannelser samt evalueringsgruppens besøg på de 15 gymnasieskoler.

Dokumentationsmaterialet har givet evalueringsgruppen et solidt grundlag for rapportens konklusioner og anbefalinger der retter sig mod en række målgrupper lige fra den enkelte fysiklærer og elevgruppe over faggrupper og ledelser til de økonomisk og pædagogisk ansvarlige myndigheder, herunder amterne og Undervisningsministeriet.

Det er instituttets håb at rapporten vil bidrage til udvikling af undervisningen i fysik og om fysik, og at den derudover vil inspirere til den brede diskussion om interessen for de naturvidenskabelige fag.

Evalueringen er gennemført sideløbende med evalueringen af historiefaget i det almene gymnasium. Der er tale om to indbyrdes selvstændige fagevalueringer, men begge rapporter indeholder problemstillinger der sigter bredere mod det almene gymnasium og derfor også bør kunne inspirere kvalitetsarbejdet uden for de to evaluerede fag.

Peter Norrild
Formand for evalueringsgruppen

Christian Thune
Direktør

1 Indledning

"Det, der får fysik til at virke fascinerende, er de timer, hvor der pludseligt går et lys op for én. Som når man fx pludselig kan se sammenhængen mellem de formler, man benytter, og de erfaringer man har gjort sig i hverdagen eller ved forsøg. At det gør mere ondt at falde af en cykel med stor hastighed end af en cykel, der står stille, kan pludseligt forstås ud fra energibetragtninger. Man får et nyt billede af naturen, som man ikke før har kunnet forestille sig eksisterede. Når man eksempelvis går en tur i parken, opdager man, at der er en sammenhæng mellem, ja, faktisk alting; solens stråler, der bliver brudt i en vandråbe; ringe i vandet, der spredes efter bestemte mønstre og et ahornfrø, som falder til jorden som en helikopter. Alt dette kan forstås gennem fysikken".

Så engageret og positivt skriver en gruppe på seks elever som start på deres beretning om fysik. Der er lignende udsagn fra elever på andre gymnasier, og en sådan opfattelse af fysiks betydning er heller ikke fremmed for fysiklærere og skoleledelser. Vendes citatet 180 grader, får man spændvidden i hvordan fysik opfattes af elever, fysiklærere og skoleledelser i dag, og evalueringen af fysik bevæger sig derfor inden for hele dette spektrum.

1.1 Evalueringens baggrund

Fysikevalueringen er jomfruelig på to måder. Det er den første nationale evaluering af fysikfaget i det almene gymnasium, og den indgår i den første handlingsplan for Danmarks Evalueringsinstitut. Handlingsplanen indeholder imidlertid to evalueringer af det almene gymnasium, nemlig ud over fysik også historie med samfundskundskab. To fag der er rundet af forskellige fagtraditioner, en naturvidenskabelig og en humanistisk, og som er forskelligt placeret i uddannelsen idet historie er et obligatorisk fag for alle elever i de tre gymnasieår, mens fysik alene er obligatorisk på matematisk linje i 1. og 2.g, dog med mulighed for at tage det et ekstra år på højt niveau.

De matematisk-naturvidenskabelige fagområder er et afgørende element i diskussionen af det moderne samfund. Set i forhold til uddannelse og undervisning har bekymringerne i Danmark og i de lande vi normalt sammenligner os med, drejet sig om unges faldende tilbøjelighed til at vælge

de matematisk-naturvidenskabelige fag, herunder pigers/kvinders svage interesse for fysikfaget. Hertil kommer mere specifikke danske problemstillinger grundet TIMMS og andre undersøgelsers påvisning af danske børns og unges mangelfulde matematisk-naturvidenskabelige kompetencer. I det almene gymnasium har dette medført konkrete initiativer i form af etablering af naturvidenskabelige klasser, fagpakker og andre former for forsøgs- og udviklingsarbejde, herunder Udviklingsprogrammet for ungdomsuddannelserne.

En tredjedel af alle unge i Danmark går i det almene gymnasium. Heraf går ca. 60% på matematisk linje, men denne andel har i en årrække været vigende især i storbyområder hvor det sproglige gymnasium trods små ungdomsårgange er svagt stigende. I den kommende årgang 1.g-elever (2001) er der igen flere matematikere, så måske er tendensen ved at forandre sig.

I den offentlige debat kaldes det almene gymnasium til tider en pigeskole. Det skyldes kønsfordelingen som er ca. 60/40 i pigernes favør. Bag dette gemmer sig følgende forhold: på sproglig linje er mellem en fjerdel og en femtedel drenge, hvorimod der på matematisk linje er 10-15% flere drenge end piger. Kønsfordelingen blandt lærerne i det almene gymnasium (inkl. HF) er 43% kvinder og 57% mænd, men det dækker over nogle store variationer mellem fagene. Fysik er et kvindesparsomt idet 84% af lærerne er mænd. Noget tilsvarende gør sig gældende for 'nabofagene' astronomi, datalogi og naturfag. (I historie er 76% af lærerne mænd).

Matematisk linje består lige som den sproglige af fjorten obligatoriske fag hvoraf hovedparten er fælles for de to linjer. Fysik på obligatorisk niveau (B-niveau) har i 1.g og 2.g. hhv 79 og 81 timer. Faget afsluttes med en mundtlig prøve, dvs. eksamen. Fysik indgår i naturfag, et obligatorisk fag for de sproglige. De kan vælge fysik på mellemniveau (B-niveau), en mulighed stort set ingen elever benytter. I den enkelte elevs studentereksamen indgår ud over de obligatoriske fag minimum to fag på højniveau og et fag på mellemniveau. Fysik har i lighed med de øvrige højniveaufag i 3.g 127 årstimer og afsluttes med en skriftlig og en mundtlig eksamen. En femtedel af matematikerne – især drenge – vælger fysik højniveau (A-niveau), men denne andel er faldende.

I 3.g skal alle elever skrive den såkaldte større skriftlige opgave om et selvvalgt emne. Opgaven har et studieforberedende sigte, og den skrives i dansk, historie eller et højniveaufag. I snit vælger 20-25% af fysikhøjniveaueleverne at skrive i fysik. Det svarer til ca. 5% af eleverne på matematisk linje og dermed 2-3% af alle gymnasieelever. Det er især drenge der vælger at skrive i fysik.

Fysikfaget skal (være med til at) udvikle elevers almendannelse og generelle forudsætninger for videregående uddannelse idet denne forpligtelse påhviler det almene gymnasium generelt, dvs. både den enkelte skole, undervisningen som helhed og de enkelte fag. En forpligtelse der

specificeres i Gymnasiebekendtgørelsens bilag om fysik, bl.a. på denne måde: "Forklaring og tolkning af omverdenen skal i vekselvirkning med eksperimentelt arbejde give indsigt i begreber, sammenhænge og metoder. Forståelse for naturen skal samtidig forbindes med indsigt i historiske forløb, tekniske muligheder og filosofiske overvejelser, hvor fysik spiller en rolle" (jf. startcitatet). Dertil kommer at: "Undervisningen skal tilrettelægges, så der er progression i kravene til tilegnelse af fagstof og arbejdsmetoder".

1.2 Indledningens øvrige indhold

Efter en redegørelse for evalueringens formål og hovedtemaer følger en tidslinje for evalueringens forløb og en præsentation af dens organisering, herunder evalueringsgruppens sammensætning. Herefter kommer en redegørelse for forundersøgelsen, herunder principperne bag udvælgelsen af de 15 gymnasieskoler der har udført selvevalueringen, og for evalueringens dokumentationsgrundlag samt en vurdering af selvevalueringsmaterialet og selvevalueringsprocessen. Indledningen afsluttes med et afsnit om rapportens opbygning og et 'notabene' om rapportens nøglebegreber.

1.3 Evalueringens formål

Af den tidligere omtalte handlingsplan fremgår det at de to fagevalueringer skal omhandle følgende forhold vedrørende uddannelseskvaliteten i det almene gymnasium: progressionen i uddannelsesforløbet fra 1. – 3.g og de forudsætninger elever udvikler i forhold til videregående uddannelse gennem undervisningen. Konkretiseret i forhold til fysikfaget betyder det at evalueringen handler om:

- Progressionen i uddannelsesforløbet på hhv. obligatorisk niveau (B-niveau) og på højt niveau (A-niveau), herunder forbindelsen mellem de to niveauer.
- De forudsætninger for videregående uddannelse som elever udvikler gennem fysikfaget/fysikundervisningen.

Det indebærer at undersøgelsen og evalueringen af fysikfaget fokuserer på det almene gymnasiums kerneydelse, nemlig undervisningen og de hertil relaterede mål, krav, aktiviteter, ressourcer og konsekvenser. For at forstå den helhed som fysikfaget og fysikundervisningen indgår i, relateres der derfor også til rammebetingelserne, herunder udvalgte aspekter ved Undervisningsministeriets og skoleejernes rolle heri.

Evalueringen af fysikfaget på A- og B-niveau indeholder følgende overordnede temaer:

- Undervisningens faglige indhold
- Undervisningens tilrettelæggelse og arbejdsformer

- Skriftligt arbejde
- Fysikfaget og skolen.

De to problemstillinger, progression og forudsætninger for videregående uddannelse, inddrages i forhold til hvert af de fire overordnede temaer. Iflg. evalueringens kommissorium er indholdet:

Fagligt indhold og progression Fagets indhold, herunder en nærmere beskrivelse af kernestof, perspektiver, eksperimentelt arbejde og formidling af fagstof Progression i indholdet på hhv. B-niveau og A-niveau og mellem disse Udviklingen i elevers forudsætninger på B-niveau og A-niveau set i relation til deres indgangsforudsætninger Fagets identitet og formål i relation til det almene gymnasiums formål og mål Forholdet mellem videnskabsfag og skolefag.	*Skriftligt arbejde* Skriftlige opgaver – anvendelsesmåder og typer, herunder brugen af IT Progression og kompetencer Brugen af omlagt undervisning Den større skriftlige opgave/3.g opgaven Faglig vejledning og tilbagemelding til elever i forbindelse med skriftligt teoretisk og eksperimentelt arbejde.
Tilrettelæggelse og gennemførelse Brugen af forskellige tilrettelæggelsesprincipper Arbejdsformer - typer og anvendelsesmåder Progression og (mundtlig) kompetenceudvikling *IT, ekskursioner og anden udadvendt virksomhed* Elevmedbestemmelse og løbende/intern evaluering af undervisningen Tværfagligt og intrafagligt samarbejde Forholdet mellem undervisning og eksamen(sformer).	*Fysikfaget og skolen* Ledelse og organisering på institutionsniveau (fx skemalægning, koordinering, regler for aflevering af skriftlige opgaver, teamdannelse, blokundervisning mv.) Fysiske forhold og økonomiske ressourcer, herunder skoleejernes rolle heri Censorinstitutionen Kvalitetssikring, herunder det ministerielle tilsyn og kvalitetsudviklingsinitiativer Fysiklærernes faglige og pædagogiske efter- og videreuddannelse Forsøgs- og udviklingsarbejde Valget/fravalget af fysik højniveau, herunder kønsproblematikken.

Den konkrete udmøntning kan aflæses af evalueringsrapportens indholdsfortegnelse. Det fremgår at inddelingen i de fire overordnede temaer og den tværgående behandling af progression og studieforudsætninger er bibeholdt; det samme gælder de fleste af indholdspunkterne i hver af de fire dele. Dog har enkelte skiftet plads fordi dokumentationen og analysen viste at en anden placering var rigtigere.

1.4 Evalueringens forløb

2000		**2001**		
Januar - juni	August – december	Februar-marts	August	September
Forundersøgelse	Selvevaluering på 15 skoler	15 Skolebesøg	Høring/	Rapport offentliggøres
Kommissorium	Informationsmøder med skolerne		Konf.	
	Spørgeskemaundersøgelser af 1.-2.g og 3.g			
Evalueringsgruppen	elever			
etableres	Interviewundersøgelse på aftagerinstitutioner			

1.5 Evalueringens organisering

Alle evalueringer som Danmarks Evalueringsinstitut gennemfører, har tilknyttet en evalueringsgruppe bestående af personer med særlig faglig indsigt inden for det felt evalueringen omhandler. Evalueringsgruppen har det faglige ansvar for evalueringen og for evalueringsrapportens analyser, konklusioner og anbefalinger, og den består af følgende personer:

Rektor Peter Norrild, Ålborg Seminarium (formand)
Ass. professor Carl Angell, Fysisk Institut, Universitetet i Oslo
Adjunkt Henrik Bang, Christianshavns Gymnasium
Underdirektør Christian Larsen, Lucent Technologies/Denmark
Lektor Albert Paulsen, IMFUFA, Roskilde Universitetscenter
Rektor Susanne Stubgaard, Næstved Gymnasium og HF.

Evalueringsgruppen i fysik har følgende faglige profil: kompetencer i fagdidaktik og pædagogik inden for de fysik/matematisk-naturvidenskabelige fag på alle uddannelsesniveauer fra grundskole til lange videregående uddannelser og internationale erfaring inden for samme område; godt kendskab til det almene gymnasium og de enkelte fag, herunder de naturvidenskabelige, både på institutionsniveau og nationalt niveau; praktisk og forskningsmæssig erfaring i nationalt og internationalt forsøgs- og udviklingsarbejde inden for de naturvidenskabelige fag i de gymnasiale

ungdomsuddannelser og særlig viden om generelle og naturvidenskabelige kompetencekrav i erhvervslivet.

Evalueringsgruppen har deltaget i syv evalueringsgruppemøder og 15 skolebesøg i alt, herunder møder til forberedelse og efterbehandling af hvert besøg. I samarbejde med projektgruppen har evalueringsgruppen desuden deltaget i udarbejdelsen af selvevalueringsmaterialet til skolerne, to spørgeskemaundersøgelser, en interviewundersøgelse og evalueringsrapporten.

Evalueringsinstituttet har det praktiske og metodiske ansvar for evalueringen og skal sikre at der anvendes hensigtsmæssige og pålidelige metoder i evalueringsprocessen. Projektgruppen har ud over ovennævnte arbejdsopgaver ansvar for at evalueringsrapportens analyser, konklusioner og anbefalinger bygger på evalueringens dokumentationsmateriale. Projektgruppen har ydet sekretariatsbistand til evalueringsgruppen og stået for kontakten til de 15 skoler og andre interessenter. Projektgruppen består af:
Evalueringskonsulent Irene Thor Kaufmann (koordinator)
Evalueringskonsulent Camilla Wang (fra august 2000 -)
Evalueringsmedarbejder Tine Kryger Broe (december 2000 – april 2001)

Derudover har følgende personer været knyttet til projektet:
Forskningschef Lene Lange, Novo Nordisk (medlem af evalueringsgruppen juni-september 2000)
Evalueringskonsulent Michael Andersen (januar - november 2000)

1.6 Forundersøgelse

Forundersøgelsen indeholdt en undersøgelse af en række faktuelle forhold vedrørende det almene gymnasium i almindelighed og fysikfaget i særdeleshed samt afvejninger af og beslutninger om metoder til brug i evalueringen. Den indeholdt følgende aktiviteter: tekstlæsning, en statistisk afdækning til brug for udtagning af de skoler der skulle gennemføre selvevalueringsprocessen, interview og to skolebesøg.

Med hensyn til tekstlæsning indgik følgende: Gymnasiebekendtgørelserne af 1999 og 1993, herunder fagbilagene for fysik og de tilhørende undervisningsvejledninger; udgivelser om faget fra Undervisningsministeriet; den faglige forenings tidsskrift; internationale undersøgelser af naturfaglig undervisning samt artikler og bøger jf. litteraturlisten.

1.6.1 Skoleudvælgelsen

Der er ca. 140 gymnasieskoler i Danmark, og et udsnit på godt 10% muliggør en god repræsentation af det almene gymnasium som helhed idet det giver mulighed for at afspejle den forskellighed der gør

sig gældende. For at kunne udvælge 10% af skolerne blev der udarbejdet et sæt kriterier for udvælgelse og etableret et hertilhørende statistisk materiale for samtlige 140 gymnasieskoler. Disse kriterier der tilsammen udgør en fordelingsnøgle, består af to dele, en almen og en fagspecifik.

Den almene del indeholder disse kriterier:
Gymnasiefrekvenser i de 15 amter (inkl. Københavns og Frederiksberg Kommune)[1]
Antal gymnasier i hvert af de 15 amter
Skolestørrelser (under 15 klasser, 15-20 klasser, over 21 klasser) og deres fordeling i de 15 amter
Fordelingen af sproglige/matematikere og drenge/piger på de enkelte skoler i de 15 amter
Storbyskoler, byskoler og landskoler
Skoler med/uden HF (ca. halvdelen af alle gymnasier har HF, det gælder også for udsnittet)
Skolers deltagelse i forsøgs- og udviklingsarbejde i undervisningsministerielt regi.

Den fagspecifikke del af fordelingsnøglen indeholder disse kriterier:
Fysikhøjniveauelever fordelt på drenge og piger på de 140 skoler i reelle tal og relative tal
Fysikhøjniveauelever som andel af 3.g-matematikere på de 140 skoler fordelt på drenge og piger
Antal større skriftlige opgaver på de 140 skoler
Fordelingen af større skriftlige opgaver på drenge og piger i reelle og relative tal
Skolers deltagelse i forsøgs- og udviklingsarbejde i fysik i ministerielt regi.

Kønsfordelingen blandt fysiklærerne indgik ikke i fordelingsnøglen, men den blev undersøgt som afslutning på skoleudvælgelsen. Kvindeandelen i udsnittet er 15%, den er 16% på landsplan. I snit er der 8,5 fysiklærer pr. skole med en spredning fra 2 til 13 lærere. På seks af de 15 skoler er ingen af fysiklærerne kvinder, på de øvrige skoler ligger kvindeandelen mellem 8% og 60%.

Datamaterialet for de enkelte kriterier dækker som minimum tre skoleår, og de er undersøgt på normal statistisk vis: stabilitet, stigning, fald samt hvor det er relevant, middeltal, gennemsnit og spredning.

Udsnittet er på 15 skoler, heraf én selvejet.[2] Som konsekvens af henvendelsen fra Foreningen af Private, Selvejende Gymnasier, Studenter- og HF-kurser blev det private gymnasium udvalgt ud fra samme kriterier som de øvrige. De 15 skoler der deltog i fysikevalueringen, er:

[1] Den gennemsnitlige frekvens er ca. 34. Det dækker et udsving fra ca. 27 til ca. 42. Frekvensgrupper: under 30, 31-35 og 36 over derover. (1998/1999).
[2] I brev af 22.3.2000 bad rektor Poul Møller Petersen på vegne af Foreningen af Private, Selvejende Gymnasier, Studenter- og HF-kurser om at blive inddraget i evalueringen; heri står at foreningen "positivt ønsker at indgå i evalueringsarbejdet på linie med de offentlige gymnasieskoler".

Aalborghus Gymnasium, Allerød Gymnasium, Amtsgymnasiet i Hadsten, Aarhus Katedralskole, Esbjerg Statsskole, Gl. Hellerup Gymnasium, Haslev Gymnasium og HF, Hjørring Gymnasium og HF-kursus, Holstebro Gymnasium og HF, Horsens Amtsgymnasium, Høje-Taastrup Amtsgymnasium, Marie Kruses Skole, Metropolitanskolen, Nakskov Gymnasium og Svendborg Gymnasium.

Endelig skal det nævnes at udvælgelsen af de 15 skoler i fysikevalueringen skal ses i sammenhæng med den tilsvarende evaluering af historie med samfundskundskab hvor der ud fra samme kriterier også er udvalgt 15 skoler. Samlet set indgår der i de to fagevalueringer stort set en gymnasieskole pr. amt idet Københavns og Frederiksberg kommune i denne sammenhæng opfattes som et amt, og i alt deltager godt 20% af skolerne i det almene gymnasium i de to evalueringer.

1.6.2 Fokusgruppeinterview

Der er lavet interview med en gruppe 2.g matematikere fra tre forskellige klasser på et københavnsk gymnasium. Fokus heri var forløbet af en almindelig fysiktime og deres vurdering af hvad de fandt hhv. positivt og negativt ved deres fysikundervisning generelt. Derudover blev der gennemført et fokusgruppeinterview med en bred gruppe af interessenter: nøglepersoner fra det gymnasiale fysikmiljø, dvs. fagkonsulenten og formanden for den faglige forening, repræsentanter fra folkeskolen og fra forskellige aftagerinstitutioner, bl.a. KU/HCØ og ÅU/Center for naturfagsdidaktik. Fokus for samtalen var fysik og udvikling af fysikkompetencer på langs i uddannelsessystemet, herunder overgangsproblemer og aftagerinstitutioners forventninger til elever/studerende. Jf. kommissoriets punkter om indgangsforudsætninger og forudsætninger for videregående uddannelse.

1.6.3 Skolebesøg

Hensigten med de to skolebesøg var dels at indhente yderligere information, dels at få afprøvet nogle af ideerne om evalueringens indhold og metoder ved at tale med fysiklærere, elever og skoleledelser. Valget faldt på Nørresundby Gymnasium og HF og på Himmelev Gymnasium. Dels fordi de ud fra kriterierne for skoleudvælgelse er forskellige, dels fordi det er skoler der på hver sin måde har en aktiv og udadvendt profil af relevans for denne evaluering. Den ene inden for de matematisk-naturvidenskabelige fag, den anden inden for IT og skoleudvikling generelt. Ud over samtaler om fysikfaget overværede projektteamet fysikundervisning i en 2.g og fik fremvist fysiklokaler, udstyr o.l. Metodisk var skolebesøget vigtigt idet det viste at en reel deltagelse - ikke mindst fra elevside – bedst lader sig gøre når elever, lærere og skoleledelser gennemfører (selv)evaluering i hver deres gruppe.

1.7 Dokumentation og evalueringsmetoder

Undersøgelsen og dens konklusioner og anbefalinger hviler på følgende former for dokumentation:

- Selvevalueringsrapporter fra 15 gymnasieskoler
- To spørgeskemaundersøgelser af hhv. 1.- 2.g-elever og 3.g-elever
- En interviewundersøgelse med studerende og undervisere ved en række videregående uddannelser
- Evalueringsgruppens besøg på de 15 skoler.

1.7.1 Selvevalueringsrapporter fra de 15 skoler

Selvevalueringers formål er at lade de primære interessenter fremstille deres egne vurderinger af de stærke og svage sider ved det der evalueres, in casu fysikfaget i det almene gymnasium. I starten af maj 2000 fik de 15 skoler besked om at de var udvalgt til at deltage i evalueringen. I brevet var en kort beskrivelse af projektet, dets varighed og skolens opgave heri. Nemlig at gennemføre en selvevalueringsproces om fysikfagets stærke og svage sider sådan som det praktiseres på deres skole, at skrive en selvevalueringsrapport herom og efterfølgende få besøg af evalueringsgruppen for en nærmere drøftelse.

I starten af august 2000 modtog skolerne vejledningsmaterialet til selvevalueringen, herunder en beskrivelse af hvordan selvevalueringsprocessen skulle organiseres. På hver skole blev nedsat tre selvevalueringsenheder bestående af henholdsvis

- Fysiklærere
- Repræsentanter for skolen som organisation/institution[3]
- Elever.

Vedr. elevgruppen var der en opfordring til skolens ledelse om at gruppen skulle bestå af drenge og piger fra alle tre klassetrin og helst indeholde elever med forskellige opfattelser af faget.

- Selvevalueringsvejledninger
  Selvevalueringsvejledningerne til fysiklærere og skoleledelser blev lavet i samarbejde med evalueringsgruppen. Det var udformet som en guide der via spørgsmål af beskrivende, analyserende og vurderende karakter gjorde det muligt at få belyst evalueringens forskellige

[3] *I rapporten kaldes denne gruppe skoleledelse fordi skolernes ledelse er indgået i denne gruppe på alle skoler.*

temaer. Jf. kommissoriet.[4] Det fremgik endvidere af vejledningen at spørgsmålene skulle drøftes i gruppen af fysiklærere hhv. skoleledelsesgruppen, og at hensigten var at få tegnet et så præcist og nuanceret billede af fysikfaget og dets situation som muligt. Det betød at evt. forskelle i opfattelsen inden for gruppen meget gerne måtte fremgå af rapporten.

Selvevalueringsvejledningen til eleverne var anderledes. Målet var at de skulle skrive tre fortællinger om fysik. En fortælling om det gode ved fysik, dvs. det der gør at de kan lide fysik sådan som de kender det fra gymnasiet; en fortælling om det dårlige ved fysik, dvs. det der gør at de ikke kan lide fysik i gymnasiet; og for det tredje en fortælling om hvordan fysik burde være for at blive et 'herrefedt fag'. Med afsæt i en individuel brainstorm skulle eleverne gruppere deres synspunkter og argumentere for dem, drøfte dem og skrive dem ned. Metodepapiret indeholdt instrukser om hvad argumentation er, og hvordan man gør det. Når den enkelte fortælling var 'færdig', skulle de læse fagets bekendtgørelse og evt. de andre selvevalueringsenheders spørgeguide. Hvis der var noget i dette som de synes kunne understøtte deres argumenter eller give nye ideer, kunne de revidere deres fortælling.

Denne metode blev valgt af flere grunde. Eleverne på alle de 15 skoler ville i spørgeskemaundersøgelserne komme til at forholde sig til mange af de spørgsmål som indgik i læreres og skoleledelsers spørgeguider, og som man ellers ville have ladet eleverne arbejde med i selvevalueringen. Derudover ville det være godt hvis eleverne selvevaluerede på en måde som viste dem en metode de kunne anvende i andre (skole)sammenhænge. Og endelig og primært var hensigten at anvende en arbejdsform som krævede at elever selv gennemtænkte de positive og negative sider ved fysikfaget. Hensigten var med andre ord at høre elevernes egen stemme frem for at høre deres svar på spørgsmål som andre havde stillet.

- *Selvevalueringsrapporternes omfang*
  Selvevalueringsrapporter inkl. bilag udgør ca. 1600 sider. Der er godt 900 sider bilag i form af dels udfyldte skemaer vedr. brug af forskellige undervisningsformer, IT, tværfagligt samarbejde, deltagelse i efteruddannelseskurser, og dels kommenterede skriftlige opgaver, opgaveformuleringer, fysikrapporter, projekter o.l. Selvevalueringsrapporterne som sådan er på små 700 sider; 58% heraf er skrevet af fysiklærerne, 27% af skoleledelserne og resten (15%) af eleverne. Lærerne har skrevet mellem 15 og 61 sider, i snit 24 sider; skoleledelserne har skrevet mellem 4 og 20 sider, i snit 11,5 sider, og eleverne har skrevet mellem 3 og 12 sider, i snit 6,5 sider.

[4] *Spørgeguiden til skoleledelser og fysiklærere er tilgængelig på instituttets hjemmeside: www.eva.dk.*

- *Kvaliteten af selvevalueringsrapporter og bilag*
  Kvaliteten af lærernes, skoleledelsernes og elevernes selvevalueringsrapporter er god, mens kvaliteten af bilagene er yderst varieret. Fra lærerside gælder det både udfyldelsen af de fire skemaer og andre former for bilag; fem af skolernes lærergrupper har indsendt bilag af høj kvalitet, en femtedel har indsendt for sparsomme eller kvalitetsmæssigt for ringe bilag, og halvdelen har sendt bilag i et passende omfang af en jævn god kvalitet. Med bilag af god kvalitet menes at de er relevante og dokumentarisk brugbare i forhold til den problemstilling bilaget vedrører. Lærernes evalueringsrapporter er godt skrevet og indeholder præcise beskrivelser af deres praksis mv. For nogle gælder dog at de især holder sig på et beskrivende plan frem for at forklare og vurdere egen praksis mv. De fleste lærergrupper har svaret på stort set alle spørgsmål og har fulgt opfordringen om ikke nødvendigvis at skrive lige meget om hvert enkelt spørgsmål. Det gør rapporterne interessante fordi de hver især tegner et individuelt billede af den enkelte lærergruppe. Skoleledelsernes rapporter har mange af de samme kvaliteter, velskrevne og dokumentarisk i orden; kun én skoleledelse har indsendt en rapport der kan betegnes som utilstrækkelig. Elevernes selvevalueringsrapporter er af god kvalitet, en del af dem er af høj kvalitet. Mange er velskrevne, andre skrevet med nerve, og som dokumentation for elevers opfattelse af undervisningen er de tankevækkende; det er grunden til at de udgives i det bilagsbind der hører til evalueringen.

  Ovenfor er selvevalueringsrapporterne blevet vurderet som tekstlig dokumentation. Værdien af dem, dvs. evalueringen af dem, må imidlertid også ses i relation til selvevalueringsprocessen som sådan. Jf. afsnittet herom.

1.7.2 To spørgeskemaundersøgelser af elever

De to spørgeskemaundersøgelser blandt hhv. 1.- 2.g-elever og 3.g-elever er gennemført som ekstern konsulentopgave af PLS Rambøll Management. Deltagerne var eleverne på matematisk linje på de 15 skoler der deltog i selvevalueringen, og hensigten var at få viden om hvad elever som helhed synes om og opfatter som væsentligt ved fysik og fysikundervisning i det almene gymnasium. Spørgsmål og skemastruktur blev udarbejdet i et samarbejde mellem evalueringsgruppen, instituttets projektgruppe og PLS Rambøll, mens sidstnævnte stod for udsending, indsamling, indtastning og udarbejdelse af de to rapporter om undersøgelsernes resultater.[5] Undersøgelserne gennemførtes i starten af november 2000.

[5] *Evaluering af fysik i gymnasiet – Undersøgelse blandt 1. og 2.g-elever, PLS Rambøll Management Marts 2001 og Undersøgelse blandt 3.g-elever, samme udgiver og år.*

Spørgeskemaerne er pilottestet, og efter undersøgelsernes gennemførsel blev de kvalitetssikret via fokusgruppeinterview med en til formålet sammensat gruppe af 1.- 3.g-elever på hhv. Nørresundby Gymnasium og HF og på Himmelev Gymnasium.

Spørgeskemaundersøgelsernes validitet vurderes som tilfredsstillende da de anvendte spørgeskemaer vurderes som dækkende og præcise, og da der er opnået meget tilfredsstillende svarprocenter. For 1.- 2.g-undersøgelsens vedkommende er den 89% med et udsving i skolernes svarprocent fra 79% til 98%. For 3.g-undersøgelsens vedkommende er svarprocenten 85%, hvilket dækker et udsving fra 56% til 97%.

Kombinationen af spørgeskemaundersøgelser og elevernes selvevalueringsrapporter danner et meget solidt dokumentationsgrundlag pga. metodernes separate kvaliteter, men også fordi de supplerer hinanden på indholdssiden. Dvs. at når selvevalueringsrapporter og spørgeskemaundersøgelser handler om samme tema, understøtter undersøgelsernes 'tørre tal' elevernes skriftlige udsagn og vice versa.

1.7.3 Interviewundersøgelse på aftagerinstitutioner

Interviewundersøgelsen med studerende og undervisere ved en række aftagerinstitutioner er gennemført med ekstern konsulentbistand af DMA/Dansk Markedsanalyse a/s (nu DMA/Research).[6] Undersøgelsen skal ses i relation til evalueringens tema om hvilke forudsætninger for videregående uddannelse elever udvikler gennem fysikfaget. Undersøgelsen indeholder en afdækning af generelle og specifikke studiekompetencer som forskellige typer af uddannelser anser for hensigtsmæssige i forhold til at påbegynde og gennemføre disse uddannelser, samt en afdækning af i hvilket omfang de vurderer at de studerende besidder disse kvalifikationer ved studiestart. Den synsvinkel der er lagt på studiekompetencer, er bred da fysikfaget i gymnasiet både skal være med til udvikle fagspecifikke og generelle studiemæssige kompetencer. I undersøgelsen indgår derfor både videregående uddannelser hvortil der kræves højniveau eller obligatorisk niveau i fysik, og uddannelser hvor der ikke er noget formelt krav om fysik, fx seminarier. Men der indgår flest af førstnævnte type.

Interviewene med undervisere er gennemført dels som personlige interview dels i fokusgrupper. Interviewene med de studerende er foregået i fokusgrupper der repræsenterer lange naturvidenskabelige og sundhedsvidenskabelige uddannelser, seminarer og forskellige typer af basisuddannelser. De studerende og underviserne kommer fra i alt 25 forskellige videregående uddannelser i Århus, Holbæk, Roskilde, Ålborg og København.

[6] *Fysik i det almene gymnasium/Undersøgelse af samsvar mellem kompetencer og aftagerinstitutionernes krav, Afdeling for samfundsanalyse, DMA/Dansk Markedsanalyse a/s januar 2001.*

Undersøgelsen er begrænset i sit sigte og omfang, men som dokumentation må den betegnes som udmærket idet den både viser hvilke forudsætninger de yngre studerende fra primært naturfaglige uddannelser synes de har fået med sig fra gymnasiet og fra gymnasiets fysikundervisning set i lyset af hvad de mener deres nuværende studier kræver, samtidig med at underviserne ret klart giver udtryk for hvilke styrker og svagheder studenter ofte udviser, og hvilke forudsætninger de gerne så var til stede (i højere grad).

1.7.4 Evalueringsgruppens besøg på 15 skoler

Evalueringsgruppen besøgte de 15 selvevalueringsskoler i februar og marts 2001. Hvert besøg varede én dag, og besøgsgruppen bestod af 2-3 medlemmer fra evalueringsgruppen, 1-2 evalueringskonsulenter og en evalueringsmedarbejder. Skolerne fik besøgsdatoplanen i september 2000, og i januar 2001 blev de informeret om selve forløbet af besøgsdagen. Strukturen i de enkelte besøgsdage var ens: en ½ - 1 times fremvisning af skolen med fokus på fysiklokaler, udstyr mv. ved rektor eller ledende inspektor, en fysiklærer og 1-2 elever; derefter tre interview- og samtalesessioner af halvanden til to timers varighed med skolens tre selvevalueringsgrupper (elever, lærere, skoleledelser) og til sidst et afsluttende møde med alle tre grupper hvor man drøftede evalueringens hidtidige erfaringer og udviklingsperspektiver for fysikfaget på den enkelte skole. Som afslutning informeredes om evalueringens videre forløb og skolernes deltagelse heri.

Formålet med skolebesøgene var dobbelt - indsamling af yderligere information og videreudvikling af de ideer mv. som selvevalueringsprocessen indeholdt. Udgangspunktet for interview og samtaler med de tre grupper var derfor deres selvevalueringsrapporter. Variationen i de temaer der blev behandlet ved besøgene, var stor, men nogle optrådte hyppigt, fx det eksperimentelle arbejde og fysiklærernes nuværende og fremtidige efteruddannelsesmuligheder. For evalueringsgruppen og dermed for fysikevalueringen har det desuden været overordentligt vigtigt ved selvsyn at opleve de lokaler, det udstyr og øvrige praktiske vilkår som er så afgørende for fysikundervisningens gennemførelse, og samtidig tale med elever, lærere og skoleledelser herom.

Skolebesøgene er med til at skabe dybde i dokumentationen, dels pga. det sidstnævnte omkring lokaler mv., dels fordi den skriftlige dokumentation, især selvevalueringsrapporterne, kan vise nye sider når man har talt med menneskene bag ordene.

1.7.5 Samlet vurdering af dokumentationen

Alt i alt må kvaliteten af dokumentationsmaterialet vurderes som god. Den vægt det indgår med i evalueringsrapportens kapitler, er imidlertid forskellig. Det skyldes primært at nogle af evalueringens temaer er behandlet i alle former for dokumentation, mens andre kun optræder i fx selvevalueringsrapporter fra lærerne. Har temaet flere kilder, bliver fremstillingen i rapporten alt

andet lige bredere. Hertil kommer at variationen i beskrivelser og vurdering er ret lille på visse områder og stor på andre; på de sidste bliver afdækningen og analysen derfor mere righoldig.

1.8 Selvevalueringsprocessen

Det var med blandede følelser de 15 skoler i maj 2000 modtog meddelelsen om at de skulle deltage i evalueringen. På den ene side var der generelt en stor interesse og velvillighed, på den anden side var tidspunktet for evalueringen uheldigt idet den faldt sammen med implementeringen af en ny overenskomst på GL's område. Af lovgrundlaget for Danmarks Evalueringsinstitut fremgår det at det påhviler de ansvarlige myndigheder, skoleejere og institutioner at deltage i evalueringer som instituttet igangsætter, og at de udgifter der er forbundet hermed, udredes af de pågældende institutioner og skoleejere.

Ressourceproblematikken blev bl.a. drøftet på to informationsmøder med repræsentanter fra de 15 skoler som blev holdt i hhv. Århus og København i august 2000, men desværre uden at det var muligt at angive en fælles løsning på problemet på (tilpas) kort sigt. De ressourcer skolerne har brugt i forbindelse med selvevalueringsprocessen, er derfor noget forskellige. Det har både været afhængig af skolernes egne prioriteringer og af skoleejernes villighed til at yde de nødvendige midler.

Det er meget vanskeligt at sige hvilke – om nogen - konkrete konsekvenser denne udgangssituation har haft for projektets forløb, dvs. for selvevalueringsprocessen på den enkelte skole og for de 15 skoler under ét. Men det er opfattelsen at de fleste skoler har været i stand til ved egen hjælp, og for en dels vedkommende med ekstra tilførsel af midler fra skoleejerne, at få aftalt nogle vilkår omkring fysikevalueringen som har været acceptable. Det antal timer den enkelte lærer har fået tildelt for at deltage i selvevalueringen, ligger mellem 20 og 50 timer, det mest almindelige er ca. 30 timer.

Vurderingen af selvevalueringsprocessen hviler på to typer af kilder. I forbindelse med afleveringen af selvevalueringsrapporterne blev lærere, elever og skoleledelser bedt om at udfylde et lille skema om processens forløb og deres vurdering af den. Det gjorde de fleste, andre valgte at skrive herom på anden vis. I den afsluttende samtale på skolebesøgene blev selvevalueringsprocessen også drøftet, dels i tilbageblik, dels i forhold til dens eventuelle betydning på sigt for faget og for skolen.

Processkemaet til de tre grupper var ens, og i det kunne de skrive om antal medlemmer i selvevalueringsgruppen, hvordan medlemmerne var valgt, om arbejdsdelingen i gruppen og vurdere selvevalueringsprocessen og det afsluttende fælles møde mellem skolens tre

evalueringsgrupper. Den konkrete udformning af skemaet kan ses i lyset af at projektgruppen i midten af november 2000 havde en telefonisk samtale med skoleledelserne om selvevalueringsprocessens forløb. Den viste at projektet var godt i gang på alle skoler, især i lærer- og elevgrupperne idet enkelte skoleledelser endnu ikke havde fået noget 'ned på papir'.

- *Elevernes selvevalueringsproces*
  Elevernes udmelding på informationsmøderne i august var at de var meget glade for at få lejlighed til at deltage i evalueringen på lige fod med lærere og skoleledelser. Det giver de også udtryk for på skrift og på skolebesøgene. Elevernes selvevalueringsgruppe har typisk haft seks medlemmer – på tre skoler dog otte – ligeligt fordelt på drenge og piger. De fordeler sig jævnt på de tre klassetrin og deres opfattelse af fysik er forskellig, nogen bryder sig ikke specielt om faget og andre har det på højt niveau. De beskriver deres arbejdsdeling som ligelig eller næsten ligelig idet nogle af dem dog gør opmærksom på at 1.g'erne ikke kender så meget til gymnasiets fysikundervisning som de ældre elever. Til gengæld kan de bidrage med friske oplevelser af hvordan det er at komme fra grundskole til gymnasiet. Elevgrupperne har skrevet og diskuteret deres selvevalueringsrapporter i fællesskab, dog oplyser en gruppe at de ikke kunne lide den kollektive form hvorfor de har skrevet hver deres fortælling. Men generelt giver eleverne udtryk for at de har kunnet lide arbejdsmetoden, og at deres proces har været god: "Det har været en udfordring at lave denne evaluering. Vi har været nødt til at gøre os bevidste om fysikundervisningen". "Vejledningen til skriveprocessen var god og det har i vores gruppe fungeret optimalt, så alle synspunkter er kommet til udtryk i rapporten". "Skrivning i grupper er normalt en meget langsom proces, men det har arbejdsmetoden, hvor man laver benarbejdet alene eller i grupper hjulpet lidt på". "En god proces som forløb godt, når (og fordi) vi var forberedte". [7]
  Herudover pointerer eleverne på de fleste skoler at de har fået en god opbakning fra skolernes ledelser, det være sig i form af frokoster, en studietur, konvertering af selvevalueringsrapporten til en dansk stil eller almindelig opmuntring. På tre skoler skriver eleverne desuden at det har været en meget arbejdskrævende proces, og på en enkelt giver de udtryk for at det faktisk er svært at opdele noget – fysik – i godt, dårligt og ønskeligt.

  Elevernes egene oplevelse er at deres proces var god. Det er den også set udefra – de har formået at etablere og arbejde i en gruppe på tværs af klasser, klassetrin og køn og produceret et godt

[7] *Citaterne er fra elevgruppernes selvevaluerings-procesbeskrivelser.*

produkt ved at tilegne sig og bruge en for dem ny arbejdsmetode på et arbejdsområde som de ikke har undersøgt før, men som de har et vist/godt kendskab til som 'brugere'. Det er godt gået![8]

Både i selvevalueringsrapporterne og ved skolebesøgene var det tydeligt at den enkelte elevgruppe bestod af personer der kan lide faget, og personer der er knap så begejstrede eller bare neutrale. Men derfor kan de jo godt ligne hinanden på andre måder, fx ved at være ret ressourcestærke - det har været en krævende proces. Men som tidligere nævnt er udsagnene i elevernes selvevalueringsrapporter sammenfaldende med resultaterne i spørgeskemaundersøgelserne på alle de områder hvor de to sæt data belyser det samme felt. Så selvom de elever der har deltaget i selvevalueringerne evt. har nogle indbyrdes fællestræk, så ligner de i deres oplevelser af og erfaringer med fysik alle andre elever.

- *Fysiklærernes selvevalueringsproces*
  På de fleste skoler har hele fysiklærerfaggruppen deltaget i selvevalueringen, dog er det på nogle enkelte skoler kun de der enten pt. underviser i faget, eller som normalt underviser i faget. Gruppestørrelsen ligger mellem to og 13 personer, det almindeligste er 9-10 personer. Halvdelen af faggrupperne beskriver arbejdsdelingen som lige; blandt de øvrige har medlemmernes faktiske deltagelse varieret, eller rapporten er sammenskrevet af fx tre personer efter at alle har ydet deres mht. skriftlige inputs undervejs. En gruppe beskriver processen sådan: "Tænkt, talt og skrevet". Det ser ud til at gælde for alle. Fysiklærernes vurdering af selvevalueringsprocessen er generelt positiv, herfra dog undtaget to skoler hvoraf den ene vurderer den med ét ord, pligtarbejde, og den anden alene holder sig til en kritik af spørgeguiden. At de øvrige skoler er positive, betyder ikke at de kun har positivt at sige. Nogle giver efter at have beskrevet processen positivt fx udtryk for at selvevalueringen har handlet for meget om Gymnasiebekendtgørelsen og pædagogiske spørgsmål og for lidt om fagets indhold, eller at nogle af spørgsmålene i spørgeguiden var uklare og ledende. En del vurderer det sådan: "Processen har været lærerig og udbytterig. Men det tildelte antal timer har ikke slået til". "Det har været nyttigt og frugtbart at drøfte fysikfaget. Vi synes det har været et stort arbejde".[9] De ord der går igen om processen, er frugtbar, nyttig, god, og at projektet har været et supplement til et godt kollegialt samarbejde, har samlet faggruppen og har givet stof til personlig eftertanke.

[8] Det er så vidt vi ved første gang både Danmark og andet steds at så unge studerende har deltaget som selvstændig gruppe i en selvevalueringsproces af dette omfang. Det gælder naturligvis også for de elever der har deltaget i evalueringen af historie med samfundskundskab i det almene gymnasium.

[9] Citater og ordvalg er fra lærernes selvevaluerings-procesbeskrivelser.

De fleste skolers fysiklærergrupper vurderer deres selvevalueringsproces som god, både på skrift og senere i forbindelse med skolebesøgene. Det er den også set udfra. Det positive ligger i at den enkelte skoles fysikfaggruppe har haft en række drøftelser af faglig, pædagogisk og didaktisk art som er blevet omsat til et godt produkt, deres selvevalueringsrapport. For nogle var projektet et af flere kollegiale samarbejder, for andre var det uvant at faggruppen talte sammen alle sammen i en sådan pædagogisk bredde om deres fag. Hvis deltagelse i evalueringen betyder et mere intensivt samarbejde i en faggruppe, også når selvevalueringen er færdig, må det betragtes som særligt positivt. Skolebesøgene gav grund til at formode at det kan blive tilfældet på en del skoler, men ikke alle.

- *Skoleledelsernes selvevalueringsproces*
  Skolernes ledelser har deltaget i evalueringen på flere måder end de to andre grupper idet alle former for kontakt mellem skolerne og instituttets projektgruppe er gået via dem. Det har givet haft en positiv betydning for evalueringen at rektorerne så klart er gået ind i arbejdet både i forbindelse med selvevalueringsprocessen og på anden vis. Her tænkes på forskellige informationsopgaver i forbindelse med evalueringen, på arbejdet med at sammensætte elevernes selvevalueringsgrupper på den måde som var angivet i selvevalueringsmaterialet og afholdelsen af spørgeskemaundersøgelserne; arbejdsopgaver der de fleste steder blev varetaget i samarbejde med en inspektor. Herudover har skoleledelserne også gennemført en selvevaluering.

  På næsten halvdelen af skolerne har gruppen der repræsenterer skolen som organisation og institution, bestået af rektor og en inspektor, typisk ledende inspektor eller pædagogisk inspektor. På en tredjedel af skolerne har gruppen været på 3-4 personer, ud over rektor og en eller flere inspektorer har fx deltaget formænd for Pædagogisk Råd, et gymnasiums kollegiale forsamling eller medlemmer af PU, skolens pædagogiske (udviklings)udvalg. På resten af skolerne er det alene rektor der varetager denne side af skolens selvevaluering.

  Ledelsesgrupperne beskriver deres arbejdsdeling som lige eller næsten lige. Arbejdet er typisk forløbet på en af disse måder: "En række fælles møder hvor det var aftalt hvem der lavede udkast til de enkelte afsnit, som så siden blev debatteret. Måske har rektor skrevet mest". "Rektor har skrevet udkast som så efterfølgende er blevet debatteret, før det blev færdigskrevet af rektor". " Hver især har tænkt og/eller samlet information og så blev der taget en hel dag ud til at skrive rapporten færdig". Skoleledelsernes vurdering af selvevalueringsprocessen er generelt positiv, både når de vurderer deres egen proces og processen på skolen, som er det de især forholder sig til. Deres egen proces vurderes typisk sådan: "Gruppen er enig om at det har været en god og interessant proces, der har givet stof til eftertanke". Flere vurderer at det har været tids- eller arbejdskrævende, men at det også har givet mulighed for at stoppe op og få overblik. Set i

forhold til skolen anfører flere at det har givet et stort udbytte for faggruppen, både menneskeligt og fagligt, og at den nye metode som eleverne har brugt, er spændende og vil kunne bruges i andre fag. Knap halvdelen af skoleledelserne giver udtryk for at deltagelsen i evalueringen har været/er konstruktiv på følgende måder: den har igangsat/accentueret diskussionen af hvordan man evaluerer i fagene, og hvad man kunne gøre for at blive bedre til det, den har sat fokus på fagligheden, og den har betydet at man overvejer at gøre fysik til et af skolens hovedindsatsområder. Forudsætningen herfor er opfølgning – "opfølgningsprocessen er i gang".[10] Dette blev i lighed med de andre forhold bekræftet ved skolebesøgene. En enkelt skoleledelse ytrer dog eksplicit skepsis overfor 'nytten' af evalueringen på landsplan i forhold til dens omkostninger, men er i øvrigt positiv i sin opfattelse af betydningen heraf for faggruppen o.a.

Samlet set vurderer skoleledelserne selvevalueringsprocessen som positiv. Det er den også set udefra. Den har givet anledning til at rektor sammen med sin(e) nærmeste medarbejder(e) og evt. andre har tænkt over, drøftet og skrevet om et fag, både faget i sig selv og ikke mindst faget set i skolesammenhængen og i verden af i dag. Rapporterne og skolebesøgene viser at det på visse måder har været en udfordring for dem at skulle forholde sig til ét fag frem for som til daglig til helheden. For nogle har det betydet at de giver udtryk for at fysik er som alle andre fag, for andre har det betydet at de både skriver om hvordan fysik ligner andre fag, og hvor det er forskelligt. Dermed bliver dybden i skoleledelsernes beskrivelser og vurderinger på visse punkter forskellig. Som anført tidligere er kvaliteten af skoleledelsernes selvevalueringsrapporter generelt god, og kvaliteten kan ikke entydigt relateres til gruppens størrelse eller sammensætning; dog skal det bemærkes at der på seks af skolerne (2/5) ikke indgik kvinder i skoleledelsernes selvevalueringsgruppe.

På skolebesøgene blev de vurderinger af selvevalueringsprocessen som fremgik af de skriftlige procesbeskrivelser, i store træk bekræftet. På nogle af de skoler hvor der havde været afholdt fællesmøde mellem de tre selvevalueringsgrupper, og hvor de som forberedelse hertil havde læst de andres bidrag, gav skoleledelser og en del lærere udtryk for at det havde været givende og tankevækkende at læse elevernes bidrag. Samtidig viste skolebesøgene især de afsluttende fællesmøder noget om deltagernes vurdering af selvevalueringsprocessen som ikke fremgik så tydeligt af de skriftlige vurderinger. For det første at det havde været afgørende for dem at skrive til en ekstern modtager/instans som de efterfølgende skulle 'stå til regnskab overfor'. For det andet at de håbede/forventede at deres deltagelse i og bidrag til (selv)evalueringen kunne skabe forandring og gøre en forskel, lokalt på skolen og generelt.[11]

[10] Citaterne og ordvalg er fra forskellige skoleledelsernes procesbeskrivelser.

[11] EVAluering, kvartalsbladet fra Danmarks Evalueringsinstitut, fra juni 2001 har to artikler med interview af elever der har deltaget i fysik(selv)evalueringen.

1.9 Rapportens opbygning

Ud over dette indledningskapitel består rapporten af fire dele og et bilagshæfte. De fire dele (Fagligt indhold; Tilrettelæggelse og arbejdsformer; Den skriftlige dimension og Fysik i skolen) starter med en introducerende tekst der belyser temaet. Hver del består af et antal kapitler som udover en indledning består af en præsentation og en analyse samt sammenfatninger af den anvendte dokumentation; kapitlet afsluttes med evalueringsgruppens konklusion og - normalt - en eller flere anbefalinger i tilknytning hertil.

Anbefalingerne retter sig til forskellige målgrupper fra fysiklærere til Undervisningsministeriet. Konklusioner og anbefalinger baserer sig på dokumentationsgrundlaget, men det er samtidig vigtigt at bemærke at de tillige afspejler evalueringsgruppens værdier og holdninger.

1.10 Notabene

Da det er en fagevaluering af fysik i det almene gymnasium og ikke en evaluering af fysik på den enkelte skole, er skolerne ikke identificerbare i evalueringsrapporten. De optræder ikke ved navns nævnelse eller med andre former for omtale der kan bruges til identifikation af den enkelte skole. Det har en dokumentarisk bagdel, nemlig at citater fra fysiklærernes, elevernes og skoleledelsernes selvevalueringsrapporter, som der er mange af i rapporten, står uden kildeangivelse. Korrektheden i citaterne er kvalitetssikret gennem de femten skolers deltagelse i evalueringens skriftlige og mundtlige høring. Anonymiseringen har dog også en positiv side idet deltagere på informationsmøderne og ved skolebesøgene har givet udtryk for at netop dette gav nogle frihedsgrader i det man gerne ville give udtryk for.

Der er nogle ord og termer som optræder løbende i evalueringsrapporten. Det drejer sig om: Gymnasiebekendtgørelsen, dvs. Bekendtgørelse om gymnasiet, studenterkursus og enkeltfagsstudentereksamen, BEK. Nr. 411 afd. 31.maj 1999. I rapporten omtales Gymnasiebekendtgørelsen også som Bekendtgørelsen, og den del af den der specifikt handler om fysik, kaldes tillige fagbilaget og fagbekendtgørelsen

Skoleledelse er betegnelsen for den af skolens selvevalueringsgrupper som repræsenterer skolen som organisation og institution. Da rektor og inspektor indgår i selvevalueringsgruppen på alle 15 skoler, er denne betegnelse valgt selvom der også kan indgå andre.

Progression – begrebet progression bruges ikke på nogen sofistikeret måde i evalueringen eller i evalueringsrapporten. Der har ikke har været noget krav til fysiklærerne og skoleledelserne om at bruge et bestemt eller nærmere defineret progressionsbegreb. Tværtimod fremgik det af selvevalueringsmaterialet til dem at dette ikke var afgørende, men at en vis konsistens i deres egen

begrebsanvendelse på den anden side ville være hensigtsmæssig. Samtidig skal det bemærkes at Blooms taxonomi er den almindeligste måde at tænke progression på i det almene gymnasium, hvilket også afspejler sig i selvevalueringsrapporterne. I evalueringsrapporten dækker betegnelsen progression følgende:

Undervisningsmæssig tilrettelæggelse/praksis der muliggør faglig, metodisk og (ind)læringsmæssig udvikling. I undervisningssammenhænge afbildes progression ofte som en trappe hvor første trin danner forudsætningen for andet trin osv. Stærk progression forekommer derfor når trinnene passer sammen og har den rette afstand i forhold til elevens niveau og undervisningens eller uddannelsens mål. Progression omhandler måden/måderne et fagligt stof tilrettelægges på, fx velkendt stof/viden som grundlag for nyt stof, simple arbejdsformer før mere komplekse. Det betyder at stoffets sværhedsgrad i sig selv ikke siger noget om graden af progression.

Når man beskriver progression, rettes blikket tillige mod elevens/elevers forudsætninger og videreudvikling af disse gennem arbejdet med nye aspekter og/eller på nye måder. Progression indebærer at der sker en udvikling i elevers kunnen og forståelse, fx fra det beskrivende til det forklarende og vurderende niveau.

Forudsætninger for videregående uddannelse kaldes i rapporten også for studieforudsætninger og studiekompetencer. Det almene gymnasium "skal sikre, at eleverne både får almendannelse og generel studiekompetence med henblik på at gennemføre videregående uddannelse". Det gælder både "skolen som helhed, de enkelte fag og undervisningen".[12] Generel studiekompetence omfatter sådan noget som at studerende kan benytte et fagligt sprog og ved at der er/kan være forskel mellem fagligt sprog og privat/dagligt sprog, at de kender nogle karakteristiske arbejdsmetoder inden for forskellige fagområder, at de kan læse tekster kritisk, og at de kan skrive om visse faglige emner på en faglig måde. Hertil kommer personlige og sociale kompetencer såsom selvstændighed og aktiv medleven i studier og verden - kompetencer som også kan kaldes almendannelse. I forhold til fysik er sagen imidlertid lidt mere kompleks fordi en række videregående uddannelser stiller specifikke krav om at de studerende har taget fysik på obligatorisk eller højt niveau for at starte på uddannelsen. Det betyder at når man i fysikevalueringen skal belyse hvilke forudsætninger for videregående uddannelse elever udvikler gennem fysikfaget, må man også berøre mere fagspecifikke forudsætninger såsom modelforståelse, kendskab til naturvidenskabelige metode o.a.

Undervisningsbegrebet i det almene gymnasium fremgår primært og klarest af Gymnasiebekendtgørelsens §1, §7 og de bilag der er om det enkelte fag. For fysiks vedkommende

[12] *Citaterne er fra §1 i Gymnasiebekendtgørelsen (formålsparagraffen).*

er det bilag 14. En nærmere specifikation for fagets undervisningsmæssige normer og traditioner fremgår desuden af fagets undervisningsvejledning. Der er redegjort nærmere for undervisningsbegrebet i indledningen til del II. I rapporten betegner ordet undervisning mødet mellem elever, det faglige stof og en lærer eller anderledes: undervisningens elementer er læreren, eleverne/eleven, det faglige stof og arbejdsformerne.

2 Resumé

2.1 Evalueringens baggrund

Fysikevalueringen er den første nationale evaluering af fysikfaget i det almene gymnasium, og den indgår i den første handlingsplan for Danmarks Evalueringsinstitut. Handlingsplanen indeholder to evalueringer af det almene gymnasium, nemlig udover fysik også historie med samfundskundskab. De to fag har en forskellig fagtradition og er forskelligt placeret i uddannelsen idet historie er et obligatorisk fag for alle elever i de tre gymnasieår, mens fysik alene er obligatorisk på matematisk linje i 1. og 2.g, dog med mulighed for at tage det et ekstra år på højt niveau. Det vælger ca. 20% af matematikerne.

De matematiske-naturvidenskabelige fagområder er et afgørende element i diskussionen af det moderne samfund. Set i forhold til uddannelse og undervisning har bekymringerne i Danmark og de lande vi normalt sammenligner os med drejet sig om unges faldende tilbøjelighed til at vælge disse fagområder, herunder pigers/kvinders svage interesse for fysikfaget. Hertil kommer mere specifikke danske problemstillinger grundet TIMMS og andre undersøgelsers påvisning af danske børns og unges matematisk-naturvidenskabelige kompetencer.

2.2 Formål og hovedtemaer

Den nævnte handlingsplan angiver at de to fagevalueringer skal omhandle følgende forhold vedr. uddannelseskvaliteten i det almene gymnasium: progressionen i uddannelsesforløbet fra 1. – 3.g og de forudsætninger elever udvikler i forhold til videregående uddannelse gennem undervisningen. Konkretiseret i forhold til fysikfaget betyder det at evalueringen omhandler:

- Progressionen i uddannelsesforløbet på hhv. obligatorisk niveau (B-niveau) og på højt niveau (A-niveau), herunder forbindelsen mellem de to niveauer
- De forudsætninger for videregående uddannelse som elever udvikler gennem fysikfaget/fysikundervisningen.

Det indebærer at undersøgelsen og evalueringen af fysik fokuserer på det almene gymnasiums kerneydelse, nemlig undervisningen, og de hertil relaterede mål, krav, aktiviteter, ressourcer og

konsekvenser. For at forstå den helhed som fysikfaget og fysikundervisningen indgår i, relateres der derfor også til rammebetingelserne, herunder udvalgte aspekter ved skoleejernes og Undervisningsministeriets rolle heri.

Undersøgelsen og evalueringen af fysikfaget indeholder følgende temaer:

- Undervisningens faglige indhold
- Undervisningens tilrettelæggelse og arbejdsformer
- Skriftligt arbejde
- Fysikfaget og skolen.

Problemstillingerne, progression og forudsætninger for videregående uddannelse, er inddraget i forhold til hvert af de fire overordnede temaer.

2.3 Evalueringsrapportens struktur og indhold

Rapporten består fire dele svarende til kommissoriets opdeling:

- Del I Fagligt indhold
- Del II Tilrettelæggelse og arbejdsformer
- Del III Den skriftlige dimension
- Del IV Fysik i skolen.

Hver del starter med en introducerende tekst der belyser temaet, og problemstillingerne progression og studieforudsætninger behandles i to særskilte kapitler som en form for afrunding på del I-III, mens del IV afsluttes med en konklusion for evalueringen som sådan. Hver af de fire dele består af et antal kapitler som udover en indledning indeholder en præsentation og analyse af samt sammenfatninger på den indsamlede og anvendte dokumentation. Kapitlet afsluttes med evalueringsgruppens konklusion og normalt en eller flere anbefalinger i tilknytning hertil.

Anbefalingerne retter sig til forskellige målgrupper fra fysiklærere til Undervisningsministeriet. Konklusioner og anbefalinger baserer sig på dokumentationsmaterialet, men det er samtidig vigtigt at bemærke at de tillige afspejler evalueringsgruppens værdier og holdninger.

2.4 Dokumentation og evalueringsmetoder

Undersøgelsen og dens konklusioner og anbefalinger hviler på følgende former for dokumentation:

- Selvevalueringsrapporter fra 15 gymnasieskoler. Skolerne er udvalgt efter en række kriterier og de udgør godt 10% af alle gymnasier. Hver selvevalueringsrapport består af tre dele idet selvevalueringsprocessen på den enkelte skole foregik i tre undergrupper bestående af hhv. elever, lærere og rektor/skolens ledelse. Selvevalueringsrapporter inkl. bilag udgør ca. 1600 sider, og kvaliteten heraf er gennemgående god.
- To spørgeskemaundersøgelser af 1.- 2.g eleverne og 3.g-eleverne på matematisk linje på de 15 skoler
- En interviewundersøgelse med studerende og undervisere ved en række videregående uddannelse
- Samtaler og interviews med elever, lærere og skoleledelser i forbindelse med evalueringsgruppens 15 heldagsbesøg på skolerne.

2.5 Del I Fagligt indhold

I denne del gennemgås fysiklærernes og elevernes beskrivelse af og holdninger til overgangen mellem grundskole og gymnasium og til det faglige indhold i fysikundervisningen i gymnasiet. Først gennemgås obligatorisk niveau og derefter højt niveau. Måden det faglige indhold bliver gennemgået på, svarer til bekendtgørelsens opdeling af stoffet i kernestof, perspektiver og eksperimentelt arbejde.

2.5.1 Overgangen fra grundskole til gymnasium

Dokumentationen viser at mange elever oplever mødet med fysik i gymnasiet som mødet med et nyt fag. Fra grundskolen kender de faget fysik/kemi, og de fleste elever oplever adskillelsen af de to fag i gymnasiet som en stor forandring. Mange elever kommer med positive erfaringer fra grundskolen hvor de især fremhæver det eksperimentelle arbejde som sjovt og spændende. Men en del elever ville gerne i højere grad have arbejdet med kvantitative beregninger af forsøgsresultater og udarbejdelse af fysik/kemirapporter i grundskolen bl.a. som en forberedelse til gymnasiets naturvidenskabelige undervisning. Gymnasiets fysiklærere vurderer generelt at eleverne er gode til den praktiske udførelse af eksperimentelt arbejde når de starter i gymnasiet, og at de er vant til og gode til selvstændige arbejdsformer som gruppe- og projektarbejde. Elevernes regne/matematikforudsætninger vurderer fysiklærerne derimod næsten enstemmigt til at være meget ringe.

Evalueringens dokumentation har vist at størstedelen af fysiklærerne ikke laver en længerevarende introduktion til fysikfaget, men hurtigt går i gang med selve undervisningen. Samtidig efterspørger eleverne en mere tydelig og grundig introduktion til fysikfaget som en konsekvens af at de oplever faget som nyt i mange henseender.

Evalueringsgruppen anbefaler at eleverne allerede i grundskolen udarbejder fysik/kemi-rapporter der indeholder kvantitative forsøgsberegninger da det anses som en central del af et naturvidenskabeligt fag. Det er evalueringsgruppens vurdering at en grundig introduktion til fysikfaget og dets grundlæggende bestræbelser er et vigtigt udgangspunkt for gymnasiets undervisningen i faget. Evalueringsgruppen anbefaler derfor at fysiklærerne og Fysiklærerforeningen udvikler et introduktionsforløb der skal hjælpe til hurtigt at give fysikfaget en identitet i elevernes bevidsthed. Evalueringsgruppen er bekymrede over de næsten enstemmige udtalelser fra fysiklærerne om elevernes manglende færdigheder i regning/matematik og anbefaler derfor dels at fagkonsulenterne for fysik og matematik i gymnasiet i fællesskab vurderer *Faghæfte 12 Klare mål for matematik* i forhold til de regne/matematikfærdigheder der er nødvendige og ønskelige i gymnasiets fysikundervisning, og dels at der laves en koordineret plan for introduktion til matematik og fysik i gymnasiet i samarbejde mellem skoleledelse, matematik- og fysiklærere.

2.5.2 Kernestof

Dokumentationsmaterialet har vist at en stor del af fysiklærerne lægger meget vægt på en systematisk gennemgang af kernestoffet med udgangspunkt i videnskabsfaget fysik - som de kender det fra deres egen uddannelse på universitetet. Vægten i undervisningen ligger på teori, formler og begreber der behandles i et fysikfagligt sprog. Eleverne finder også denne side af faget vigtig, men efterspørger muligheder for i højere grad at kunne bruge almindeligt dagligsprog i arbejdet med fysikfaglige emner. Eleverne angiver at det har stor betydning for deres forståelse af faget. En del lærere og mange elever efterspørger også mulighed for at arbejde med mere aktuelle emner og gerne behandlet ud fra andre vinkler en den matematiske bearbejdning i dybden.

Det er evalueringsgruppen opfattelse at fysiklærerne er meget optagede af at give eleverne de bedst mulige kompetencer inden for kernestoffet. Men evalueringsgruppen har også den opfattelse at en stor del af fysiklærerne sætter lighedstegn mellem kernestoffet og et systematisk undervisningsprincip hvilket bekendtgørelsen ikke nødvendigvis lægger op til. Det er evalueringsgruppens vurdering at undervisningen i højere grad bør tage hensyn til elevernes behov for at arbejde med kernestoffet på forskellige måder og deres behov for også at kunne bruge dagligsproget i dette arbejde.

Evalueringsgruppen anbefaler at fysiklærerne udvikler undervisningen i kernestoffet så eleverne får større mulighed for at bruge deres dagligsprog parallelt med formelsproget. Det er vigtigt for elevernes begrebsdannelse og fortrolighed med stoffet. Desuden anbefaler evalueringsgruppen at fysiklærerne lægger mere vægt på forskellige typer af faglige mål, dvs. at ikke alle emner behandles til samme matematiske dybde, men at nogle emner i stedet behandles i en bredere sammenhæng med større vægt på perspektiver.

2.5.3 Perspektiver

Dokumentationen viser at perspektivernes fylde i undervisningen er meget forskellig fra lærer til lærer. Samlet set ser det dog ikke ud til at perspektiverne fylder så meget, og det virker som om aktuelle emner mm. ofte indgår i undervisningen i en forholdsvis usystematisk form. Eleverne giver generelt udtryk for at de synes at perspektiverne står for svagt i undervisningen. De finder det meget vigtigt for deres interesse og forståelse af fysik at faget bliver sat ind i en større sammenhæng, og de lægger især vægt på at undervisningen skal skabe forbindelser til verden uden for skolen. En del lærere giver også udtryk for gerne at ville bruge mere tid på perspektiverne. Nogle af disse lærere ser imidlertid fagets tradition der kun regner en bestemt slags fysikfagligt indhold som lødigt, som en forhindring for at lægge mere vægt på perspektiverne.

Det er evalueringsgruppens opfattelse at arbejdet med perspektiverne i undervisningen er væsentlig for elevernes fagopfattelse. Evalueringsgruppen anbefaler at perspektiverne får mere vægt i undervisningen, og at fysiklærerne anerkender at der kan ligge en anden slags faglig tyngde her som er relevant i gymnasiefaget fysik. For at understøtte arbejdet med fagets perspektiver anbefaler evalueringsgruppen at der ved den mundtlige eksamen lægges mere vægt på og gives en mere positiv bedømmelse af behandling af fagets perspektiver.

2.5.4 Eksperimentelt arbejde

Dokumentationen viser at det eksperimentelle arbejde i både læreres og elevers bevidsthed udgør en væsentlig del af fysikundervisningen. Både lærere og elever har en meget positiv holdning til det eksperimentelle arbejde fordi det giver mulighed for at eleverne kan arbejde selvstændigt og at stoffet kan belyses fra flere vinkler. Den væsentligste problemstilling der har vist sig i dokumentationsmaterialet i forbindelse med det eksperimentelle arbejde, er forholdet mellem åbne og lukkede forsøg. Der er stor forskel på hvor åbent det eksperimentelle arbejde tilrettelægges fra den ene klasse til den anden. På den ene side fremhæver mange lærere og elever at det er væsentligt at arbejde med åbne forsøg fordi eleverne i højere grad selv skal tænke og danne hypoteser. En del elever fremhæver også at en mere åben tilgang til det eksperimentelle arbejde giver dem oplevelsen af at arbejde mere autentisk med fysikken. På den anden side ligger der også en værdi i de lukkede forsøg: dels tjener de til at belyse kernestoffet fra en anden vinkel

end den teoretiske hvilket af nogle elever fremhæves som en støtte for forståelsen, og dels kan der ligge en værdifuld læring i forhold til den rent praktiske udførelse af et forsøg som fx opstilling, apparathåndtering og efterbearbejdning. Samtidig er der nogle elever der peger på at der ligger en tryghed i de lukkede forsøg, og at de bliver usikre hvis forsøget er mere åbent. Endelig peger en del lærere på det forhold at det er vigtigt at lave forsøg der altid "lykkes", dvs. forholdsvis lukkede forsøg, fordi det eksperimentelle arbejde indgår i eksamen hvor det ikke nytter at eleverne står med en række ubrugelig data og en manglende konklusion. Samlet set ser der ud til at være en ret uafklaret holdning til hhv. de åbne og de lukkede forsøg blandt fysiklærerne - som en konsekvens af de forskellige forhold og hensyn der er nævnt ovenfor.

Det er evalueringsgruppens opfattelse at både åbne og lukkede forsøg har en vigtig funktion i undervisningen, men at det samtidig er vigtigt at skelne i mellem de forskellige læringsmål der kan være knyttet til de to typer af forsøg. Hvis eleverne ikke er helt klar over om formålet med et bestemt forsøg er at tilegne sig noget af kernestoffet, eller om formålet er at lære at arbejde eksperimentelt med en åben problemstilling, så vil en del elever formodentlig blive usikre på arbejdet. Evalueringsgruppen er samtidig opmærksom på at arbejdet med åbne forsøg ofte er mere tidskrævende og kræver mere individuel vejledning af eleverne.

Evalueringsgruppen anbefaler at fysiklærerne mere bevidst skelner mellem forsøg der har til formål at formidle kernestoffet, og forsøg der har til formål at udvikle elevernes evne til at arbejde eksperimentelt og naturvidenskabeligt, og at formålet tydeligt kommunikeres til eleverne. Desuden anbefales det at skoleledelsen sørger for at der er to lærere til at vejlede en klasse i forbindelse med det længerevarende eksperimentelle arbejde. Endelig anbefales det at skolerne og Undervisningsministeriet overvejer alternative muligheder for inddragelse af det eksperimentelle arbejde til eksamen.

2.5.5 Anvendelse af IT

I bekendtgørelsen for fysik er der krav om at eleverne skal kunne anvende edb-udstyr til dataanalyse og - opsamling. Dokumentationsmaterialet viser at de fleste elever har prøvet dette, men i forskelligt omfang. Generelt anvendes IT mest til skrivning og til beregningsopgaver. Der er mange andre muligheder for at anvende IT i fysikundervisningen; nogle lærere har integreret stor og varieret brug af IT i deres undervisning, men generelt benyttes mange af mulighederne kun i begrænset omfang. Fysiklærerne peger selv på en række fordele, men også på en del problemer når forskellige IT-redskaber bruges i undervisningen. Fordelene ligger fx i de nye muligheder for at lave simulationsforsøg, forsøg med meget hurtige eller langvarige fænomener. Desuden har nye avancerede lommeregnere gjort det lettere at arbejde med matematiske udtryk for fysikken. Den problemstilling fysiklærerne oftest peger på er, at IT kan blive en "black box" hvor eleverne ikke får forståelse for hvad der sker med de data de taster ind. Eleverne er generelt meget positivt

stemt over for anvendelse af IT, og over halvdelen mener at det bruges for lidt i undervisningen. Mange elever mener at større brug af IT kan rykke fysikfaget tættere på den måde fysik praktiseres på virksomheder og i forskning.

Det er evalueringsgruppens vurdering at bekendtgørelsen krav til anvendelse af IT i fysikundervisningen er meget vage. Men rundt omkring på skolerne har IT alligevel været med til at forny faget. Det ser imidlertid ud til at potentialet for at inddrage IT langt fra er udnyttet. En del af årsagen ligger i de meget store forskelle i adgangen til IT-redskaber der er fra skole til skole. Det er er evalueringsgruppens opfattelse at IT skal være en integreret del af det eksperimentelle arbejde ud fra den betragtning at meget af den moderne fysik og fysikanvendelse kun kan foregå ved hjælp af IT. Samtidig er der store muligheder for at gøre meget af den klassiske fysik moderne med IT. Evalueringsgruppen ser derfor større anvendelse af IT som et væsentligt led i en modernisering af fysikfaget.

Evalueringsgruppens anbefaler at fysiklærerne inddrager IT i større omfang, og at de enkelte skoler investerer i udstyr der gør dette muligt. Evalueringsgruppen anbefaler også at fagkonsulenten udarbejder en række præcise krav til elevernes IT-kompetencer i forbindelse med fysikundervisningen. Endelig anbefales det at der iværksættes forskning eller skolebaserede udviklingsarbejder med henblik på de læringsmæssige aspekter af IT i fysikundervisningen.

2.5.6 Fysik på højt niveau

Generelt er undervisningen på fysik højniveau meget tyndt beskrevet i dokumentationsmaterialet. På spørgsmålet om hvad der er karakteristisk for det faglige indhold på højt niveau sammenlignet med obligatorisk, fremhæver lærerne den større mængde skriftlige opgaver, større kompleksitet i behandlingen af emnerne, større sammenhæng mellem emnerne, tættere sammenhæng med matematik og en mere videnskabscentreret tilgang til emnerne. Det billede svarer i høj grad også til elevernes oplevelse af højniveaufaget. Både lærere og elever er generelt tilfredse med fysikfaget på højt niveau De giver udtryk for at der er gode muligheder for at arbejde mere detaljeret og i dybden med matematiske modeller og med sammenhænge på tværs af emnerne. Imidlertid har en del lærere og elever givet udtryk for at der er et meget stort tidspres der medfører en ofte stram og lærerstyret undervisning. En stor del af eleverne efterspørger at der lægges mere vægt på perspektiverne og på gruppe- og diskussionsprægede arbejdsformer. Nogle elever har endvidere en oplevelse af at det er meget svært at have fysik på højt niveau hvis man ikke også har matematik på højt niveau.

Det er evalueringsgruppens vurdering at undervisningen på højt niveau fungerer godt med den forholdsvis lille gruppe af motiverede elever der søger faget. Det ser ud til at det skriftlige arbejde fungerer godt, og at eleverne får udviklet gode og sikre færdigheder i forhold til den skriftlige

dimension. Men det ser også ud til at der er et tidspres der gør at fagets perspektiver og mere selvstændige arbejdsformer får for lille en vægt. Evalueringsgruppen ser desuden en væsentlig problemstilling i forhold til anvendelsen af matematik idet der ikke er krav om at eleverne skal have matematik på højt niveau for at klare højniveaufaget i fysik.

Evalueringsgruppen anbefaler at fysiklærerne lægger mere vægt på fagets perspektiver, og at de tilrettelægger undervisningen så eleverne i højere grad får mulighed for at anvende deres dagligsprog i behandlingen af fysikfaglige emner. Desuden anbefaler evalueringsgruppen at fysiklærerne sikrer at elever der ikke har matematik på højt niveau, ikke stilles dårligere i undervisningen end elever med matematik på højt niveau.

2.5.7 Progression i indholdet på obligatorisk og højt niveau

I bekendtgørelsen for fysik er der krav om at der skal være progression i kravene til elevernes tilegnelse af fagstof og i det eksperimentelle arbejde. Både lærere og elever giver udtryk for at progressionen er tydeligst i forbindelse med anvendelsen af matematik og i det eksperimentelle arbejde. Imidlertid er der blandt lærerne ikke nogen entydig opfattelse af hvordan progressionen i faget som helhed kommer til udtryk. Én forståelse handler om at der kun er progression inden for det enkelte emne idet der ikke er forskel på sværhedsgraden eller kompleksiteten i de enkelte emner. En anden forståelse går på at den emnemæssige rækkefølge er af stor betydning fordi emnerne begrebsmæssigt bygger oven på hinanden. Den tredje forståelse handler om at progressionen handler om måden de enkelte emner behandles på – om det faglige beskrivelsesapparat. Eleverne giver ikke udtryk for en klar progressionsopfattelse i forhold til fysikundervisningen; en stor del synes at stoffet bliver sværere, men kan ikke helt beskrive hvordan. På højt niveau ser det ud til at der er en lidt diffus progression. Ifølge lærerne skyldes det primært den meget korte tid (ét år) der er til rådighed.

Evalueringsgruppen mener ikke at bekendtgørelsen er til egentlig hjælp for fysiklærerne når undervisningen skal tilrettelægges med progression. Evalueringsgruppen deler lærernes opfattelse af at progressionen primært finder sted i anvendelsen af matematik og i det eksperimentelle arbejde, men mener samtidig at der er brug for en klarere progressionsforståelse i forhold til faget som helhed.

Evalueringsgruppen anbefaler at fysiklærerne generelt øger deres opmærksomhed på progressionen i alle fagets delområder, og at progressionen vurderes i forhold til mange forhold som elevernes abstraktionsevne, brug af fagsprog, inddragelse af perspektiver, anvendelse af matematik, erfaringer og begreber, arbejdsformer og selvstændighed, mundtlig og skriftlig formidling, opgaver, undersøgelser og eksperimenter og tekstgrundlaget for elevernes egen læsning.

2.5.8 Studieforudsætninger

Både fysiklærerne og skoleledelserne vurderer at den naturvidenskabelige metode er det centrale i forhold til udviklingen af elevernes forudsætninger for videregående uddannelse inden for naturvidenskab. Det falder sammen med holdningen hos underviserne på de videregående uddannelsesinstitutioner. De er imidlertid ikke helt tilfredse med de studerendes metodemæssige kompetencer; især halter det med studenternes evne til talbehandling og deres håndtering af det naturvidenskabelige fagsprog. Men samtidig er det aftagerinstitutionernes opfattelse at gymnasiefaget primært skal være bredt og almendannende hvis valget står mellem et almendannende og et mere snævert studieforberedende sigte.

Evalueringsgruppen støtter den opfattelse at evnen til at håndtere naturvidenskabelig metode og et naturvidenskabeligt fagsprog er vigtigere end specielle kundskaber om specifikke emner. Imidlertid kan metodekundskaber ikke ses uafhængigt af fagets indhold. Evalueringsgruppen mener at fysik har en særlig vigtig rolle i forhold til at udvikle elevernes færdigheder i at anvende naturvidenskabelig metode, og at dette kan styrkes yderligere ved at udvikle den eksperimentelle del af faget.

2.6 Del II Tilrettelæggelse og arbejdsformer

Denne del handler om tilrettelæggelsesprincipper og arbejdsformer på både obligatorisk og højt niveau. De to niveauer gennemgås samlet.

2.6.1 Undervisningens tilrettelæggelse på obligatorisk og højt niveau

Spørgsmålene om undervisningens tilrettelæggelse har især drejet sig om vægtningen mellem systematiske/videnskabscentrerede forløb og tematiske forløb og om omfanget af tværfaglighed. Dokumentationsmaterialet giver ikke et helt fyldestgørende billede af forhold mellem systematiske og tematiske forløb, og elevernes vurdering af vægtningen er heller ikke helt entydig. Der er dog en tendens til at eleverne efterspørger mere temaarbejde. Både lærere og elever vil gerne lave mere tværfagligt samarbejde, men gymnasiets valgstruktur giver væsentlige strukturelle forhindringer i forhold til at gennemføre tværfaglige forløb.

Evalueringsgruppen vurderer at det er meget væsentligt for elevernes opfattelse af fysik som et dynamisk fag at det i endnu højere grad end nu udfolder sig i tværfaglige forløb og projekter. Det kræver sandsynligvis en mere fleksibel indstilling til hvordan kernestoffet kan udmøntes fra fysiklærernes side.

Evalueringsgruppen anbefaler at tema- og projektarbejde får mere plads i undervisningen. Endvidere anbefales det at fysik indgår i flere tværfaglige forløb eller projekter.

2.6.2 Arbejdsformer

Dokumentationen viser at fysikundervisningen i høj grad er præget af klasseundervisning. Dette omfatter alt fra lærerens foredrag ved tavlen uden særlig inddragelse af eleverne til en mere dialogisk præget arbejdsform hvor mange eller få er aktive. Mange elever giver udtryk for at der er alt for meget klasseundervisning, mens holdningen hos en del lærere er at det er den mest effektive undervisningsform når et stof skal formidles klart og forholdsvist hurtigt. Gruppearbejde anvendes i mindre omfang. Det sker i forbindelse med det eksperimentelle arbejde og i arbejdet med småopgaver i klassen. Elevernes mundtlige formidling er som regel begrænset til deres aktive deltagelse i klassesamtalen som, ifølge eleverne, kan have karakter af overhøring. Eleverne synes generelt at de har for lidt lejlighed til at tale om og formidle fysik mundtligt idet de er meget opmærksomme på det betydningsfulde i at lære at tale om fysiske emner i et almindeligt og samtidigt præcist dagligsprog.

Det er evalueringsgruppens opfattelse at en stor del af undervisningen foregår i en traditionel form der ikke er i overensstemmelse med moderne pædagogik, og som ikke fremmer elevernes selvstændige læring.

Evalueringsgruppen anbefaler at fysiklærerne i højere grad anvender arbejdsformer der forpligter den enkelte elev, fx mundtlige og skriftlige fremlæggelser i forbindelse med gruppe- og projektarbejde. Evalueringsgruppen anbefaler desuden at der generelt lægges større vægt på arbejdsformer der giver eleverne mulighed for at tale med hinanden og læreren om fysik i et almindeligt sprog.

2.6.3 Progression

Dokumentationen har ikke givet grundlag for at identificere en progression i forbindelse med de tilrettelæggelsesprincipper og arbejdsformer der anvendes. Progression i arbejdsformer træder tydeligst frem i forbindelse med det eksperimentelle arbejde. Klasseundervisningen bruges i lige stort omfang gennem alle tre gymnasieår hvilket indikerer at der ikke sker en progressiv udvikling fra vægt på klasseundervisning til vægt på mere selvstændige arbejdsformer.

2.6.4 Studieforudsætninger

Dokumentationen viser at underviserne på de videregående uddannelsesinstitutioner lægger meget vægt på de studerendes evne til at se fysik i en større naturvidenskabelig sammenhæng, men de vurderer samtidig et gymnasiets fysikundervisning ikke lægger vægt nok på dette. Fysiklærerne medgiver at tværfagligheden ikke er særlig udbredt, men angiver at det i høj grad er valgstrukturen i gymnasiet der har skylden. Underviserne på aftagerinstitutionerne vurderer endvidere evnen til at arbejde selvstændigt meget højt, men de oplever at de studerende kommer med en forventning om lærerstyring. Evalueringsgruppen vurderer at der i fysik i forbindelse med

det eksperimentelle arbejde er gode muligheder for at lære eleverne at arbejde selvstændigt. Mange elever peger selv på at det eksperimentelle arbejde lærer dem at foretage kritiske vurderinger af stoffet.

2.7 Del III Den skriftlige dimension

Dokumentationen viser at elever skriver meget i, om og til fysik både i timerne og som en del af hjemmearbejdet. Fra journaler, noter, formler og mindre regne/skriveopgaver til opgavesæt og forsøgs- og projektrapporter. Både på obligatorisk og højt niveau er det opgaveregning og fysikrapporter der fylder mest, og udviklingen af elevernes skriftlige kompetencer i fysik må derfor antages primært at finde sted i forbindelse med arbejdet med disse genrer idet andre former for skriftligt arbejde ikke er særligt udbredt, fx skrives der typisk kun én projektopgave pr. år.

Både lærere og elever har generelt en positiv holdning overfor skriftligt arbejde, og de giver udtryk for at det er afgørende for elevernes læring idet det skaber forståelse for fagets teoretiske og eksperimentelle sider og udvikler deres forudsætninger for at formidle denne forståelse. Det skriftlige arbejde er på en række områder velfungerende, dog ønsker eleverne generelt en større variation fordi det giver mulighed for faglig fordybelse og øget elevaktivitet.

Sammenhængen mellem det skriftlige arbejde og arbejdet med det faglige stof i undervisningen er ofte god, og det skriftlige arbejde er med til at skabe variation i undervisningen; men denne sammenhæng er ikke altid til stede, hvorved elevernes udbytte af undervisningen og interesse for faget ikke bliver så stor som man kunne ønske. I den forbindelse synes det særligt vigtigt at lærerne sikrer sig at eleverne forstår hensigten med, formuleringen af og de faglige krav der stilles til den enkelte opgave, og at de skriftlige afleveringer har en hensigtsmæssig kadence, sådan at ophobninger af afleveringer undgås, og sådan at tidsrummet mellem teorigennemgang og forsøg muliggør at eleverne kan etablere den ønskede sammenhængsforståelse mellem disse to elementer i undervisningen.

2.7.1 Vejledning og retning

Meget af det elever skriver, skal rettes af læreren, og læreres måde at rette opgaver på er vigtig for elevens udbytte af opgaveregningen, rapportskrivningen og dermed for elevens udbytte af faget og undervisningen. Fysiklærere retter normalt regnefejl og andre formelle fejl. Typiske fejl og problemer tages ofte op i klassen, og mange lærere skriver en kort helhedsbedømmelse som f.eks. "godt". Disse former for retning er der generelt en vis tilfredshed med hos elever, men samtidig værdsætter de længere kommentarer, herunder nogle de kan bruge i efterfølgende opgaver. Mange elever angiver at det optræder for sjældent. Omlagt undervisning hvor elever udformer deres skriftlige arbejde i et samarbejde i klassen, og hvor læreren vejleder undervejs i

opgaveprocessen, anvendes både på obligatorisk og højt niveau. Erfaringerne er endnu ret sparsomme, men på skoler hvor der arbejdes mere målrettet hermed, fungerer det generelt også godt for fysiks vedkommende.

2.7.2 Progression

Dokumentationen fra både lærere og elever viser at den skriftlige del af fysikundervisningen er tilrettelagt med progression. Det viser sig både i måderne lærere udformer og retter opgaverne på og i elevers oplevelse af de skriftlige opgavers indhold og deres skriftlige færdigheder. Elevernes udsagn viser tillige at udviklingen mod større selvstændighed i arbejdet og større variation i de skriftlige undervisningsformer er ret begrænset.

I konsekvens af ovenstående anbefaler evalueringsgruppen følgende: For at sikre og styrke elevers skriftlige forudsætninger og derigennem deres fysikforståelse og formidlingsevne og for at skabe rum for fagets kvalitative aspekter bør der gøres en målrettet fagdidaktisk indsats for at styrke og udvikle andre former for skriftligt arbejde end de gængse opgavesæt og fysikrapporter. For at sikre den skriftlige progression og styrke elevers forudsætninger for videregående uddannelse bør lærerne tilstræbe at anvende en større variation af skriftlige arbejdsformer i undervisningen. Variationen skal tillige sikre at elever lærer at mestre mere selvstændige skriftlige arbejdsformer. Samlet set har det fagdidaktiske udviklingsarbejde der anbefales, følgende sigtepunkter:

- Variation i det skriftlige arbejde, herunder andre typer af afleveringsopgaver
- Selvstændighedsfremmende undervisnings- og arbejdsformer
- Faglig vejledning og rettepraksis
- Omlagt undervisning
- Eksamen og eksamensformer

For at opnå den sammenhæng mellem den daglige undervisningen og det skriftlige arbejde som er en afgørende forudsætning for elevers faglige og skriftlige kompetenceudvikling og dermed deres forudsætninger for videregående uddannelse anbefaler evalueringsgruppen skoleejerne at sikre skolerne det nødvendige eksperimentelle udstyr og andre faciliteter såsom elevarbejdspladser, da dette er en afgørende forudsætning for at elever reelt har mulighed for at udføre de øvelser og eksperimenter som de sideløbende og efterfølgende skal behandle i deres skriftlige arbejder.

2.7.3 Studieforudsætninger

Dokumentationen viser at gymnasiets fysiklærere samt studerende og undervisere ved en række videregående uddannelser anser og oplever skriftlige kompetencer som væsentlige forudsætninger for at starte på og klare videregående uddannelse. De skriftlige kompetencer der

udvikles i det almene gymnasium, og som opleves som nyttige i forhold til lange og mellemlange videregående uddannelser, er både relateret til rapportskrivning i fysik og udarbejdelsen af mere selvstændige opgavetyper i gymnasiets øvrige fag. Ifølge de studerende giver udarbejdelsen af fysikrapporter både nogle formulerings- og formidlingsmæssige færdigheder og udvikler fysikforståelse, herunder kendskab til naturvidenskabelig tankegang. Underviserne giver tillige udtryk for at de forventer at de studerende kan udtrykke sig på klart dansk idet der kun i ringe grad stilles særskilte krav til de studerendes evne til at fremstille naturvidenskabelige emner. Herudover anser de studerende og underviserne selvstændighed og kritisk stillingtagen som væsentlige kompetencer.

Af hensyn til elevers forudsætninger for videregående uddannelse anbefaler evalueringsgruppen derfor gymnasiets fysikfag at anvende en større variation af skriftlige arbejdsformer der sikrer elevers evne til at udtrykke sig på klart dansk og styrker deres selvstændighed og kritiske sans. Et sådant fokus vil samtidig bidrag til at uddybe elevers fysikforståelse.

2.7.4 Større skriftlig opgave

I 3.g skriver alle elever i det almene gymnasium den såkaldte større skriftlige opgave i dansk, historie eller et af sine højniveaufag. Knap hver femte fysikhøjniveauelev vælger at skrive i fysik; de motiverer især deres valg med at de er interesseret i faget, og at det er let at finde gode emner. Hovedparten af opgaverne skrives indenfor mekanik, astronomi og bølger. Skolernes og lærernes skriftlige og mundtlig vejledning af eleverne og den efterfølgende evaluering fungerer generelt udmærket, dog giver en del lærere udtryk for at opfattelsen af kravet om selvstændighed kan volde visse vanskeligheder, og at opgaveformuleringer kan savne klarhed.

Samlet set er evalueringsgruppens opfattelse at større skriftlig opgaves krav om fagligt initiativ og selvstændighed giver elever der skriver i faget nogle gode forudsætninger for videregående uddannelse – ikke bare i fysik, men generelt. Større skriftlig opgave opfattes derfor som et væsentligt element i det almene gymnasiums studieforberedende sigte.

2.8 Del IV Fysik i skolen

Kapitlerne omhandler skolefaget fysik, evaluering og medbestemmelse, fysiske og økonomiske ressourcer, fysiklæreres efteruddannelse, kvalitetssikring og fysikfagets problemer og nogle visioner for fagets udvikling. Fælles for kapitlerne i del IV er at synsvinklen i højere grad end i evalueringens øvrige dele også forholder sig til at fysikfaget i det almene gymnasium indgår i og er relateret til en helhed eller en kontekst – eller rettere flere. Dokumentationen i del IV er som i de øvrige dele: selvevalueringsrapporter (inkl. bilag) fra lærere, elever og skoleledelser på de 15

udvalgte gymnasier, brugerundersøgelserne og information indhentet i forbindelses med evalueringsgruppens besøg på de 15 skoler.

2.8.1 Skolefaget fysik – en konstruktion

Fysik er som alle andre (skole)fag en konstruktion; dets indhold og mål afspejler det der anses som værdifuldt at lære elever på et bestemt tidspunkt og i en bestemt kontekst. Konteksten for fysikfaget er her det almene gymnasium, og fagets formelle rammer er Gymnasiebekendtgørelsen (af 1999), herunder fagbekendtgørelsen for fysik. Men faget har også forskellige uformelle rammer uden for gymnasiet. F.eks. videnskabsfaget fysik som dels er det fag der undervises i på universiteterne og dels fysikforskningen. Kapitlet indkredser hvilke forståelser gymnasiets fysiklærere, elever og skoleledelser har af faget fysik i forhold til disse forskellige kontekster.

I konklusionen fokuserer evalueringsgruppen på bekendtgørelsen i fysik og tolkningen heraf. Fagets bekendtgørelse repræsenterer en bestemt læseplantradition. Den siger f.eks. intet eller meget lidt om hvor meget og hvor lidt de enkelte emner skal fylde, hvilken fordybelsesgrad der skal være osv. Bekendtgørelsen tolkes ind i en bestemt tradition som er forankret i eksamen, lærebogsmateriale, typiske eksperimenter, lærernes faglige uddannelse osv. Tolkningen betyder at det der i bekendtgørelsen kaldes kernestof opfattes som så bindende og omfattende af mange lærere at de af frygt for ikke at nå stoffet, nedprioriterer perspektiver, formidling, tema- og projektarbejde mv. Det betyder at mange elever får en unødigt snæver forestilling om hvad fysik er for en størrelse. F.eks. er det bekymrende at dokumentationen viser at så forholdsvis lille en del af eleverne har en fornemmelse for fysiks betydning for erkendelsesmæssige og filosofisk tænkning. I forlængelse heraf anbefaler evalueringsgruppen en modernisering af fagets bekendtgørelse med klare beskrivelser af kundskaber og færdigheder der tillige skaber rum for faglig fordybelse.

2.8.2 Evaluering og medbestemmelse

Af Gymnasiebekendtgørelsen fremgår at der er knyttet medbestemmelse og evaluering til undervisningen. Dokumentationen viser at evaluering og medbestemmelse bedre lader sig forstå i sin skolemæssige ramme, frem for som noget der alene er knyttet til undervisningen i det enkelte fag eller hos den enkelte lærer.

Elevers indflydelse på undervisningens form og indhold er begrænset, og de giver udtryk for at det ville styrke deres interesse og motivation hvis de blev inddraget mere, men også at det vanskeliggøres af pensum og fagets karakter. Det fremgår at der er store forskelle både i graden og måderne der evalueres på; nogle elever oplever en vifte af evalueringsformer, andre oplever det slet ikke, samt at evalueringer kun i moderat grad indeholder kritik af undervisningen, men går på læreren. Elever og lærere giver begge udtryk for at medbestemmelse og evaluering oftere har

betydning for arbejdsmåderne end for det faglige indhold. De fleste fysiklærere benytter tests og prøver i forbindelse med evaluering, men statussamtaler med enkeltelever og drøftelser i klassen anvendes også. Der er ingen egentlig fælles praksis i faget, derimod synes der at være tale om en medbestemmelses- og evalueringskultur på den enkelte skole som også slår igennem i fysik. Ifølge eleverne evalueres der lige så lidt/meget i fysik som i andre fag.

Med hensyn til udviklingsmuligheder angiver en tredjedel af skoleledelser at man ikke har planer om at udvikle elevmedbestemmelse og evaluering på deres skole, en tredjedel har disse forhold som indsatsområde og en tredjedel overvejer deres videre indsats på områder. Dokumentationen viser at skoleledelser i højere grad end lærere har taget stilling til om og hvordan evaluering og medbestemmelse skal/bør udvikles i de kommende år. Forskellene i skolekultur sætter sig igennem ved at på skoler hvor der er fokus på området har fysiklærerne også konkrete bud på den fremtidige udvikling og vise versa.

Det er evalueringsgruppens opfattelse at evaluering og elevmedbestemmlse er vigtige faktorer i al undervisning og for udviklingen af uddannelser. De er vigtige for elevers oplevelse af og interesse for faget, og de er vigtige for udviklingen af elevers ansvarsfølelse og selvstændighed. Egenskaber som på sin side udgør et vigtigt led i deres forudsætninger for videregående uddannelse. Herudover er evaluering og medbestemmelse vigtige i forhold til den løbende udvikling af fagets indhold og arbejdsmåder og i forhold til at opfylde det almene gymnasiums almendannende og studieforberedende mål sådan som det komme til udtryk i Gymnasiebekendtgørelsens §1; mål der gælder for skolen som helhed, for undervisningen generelt og for det enkelte fag in casu fysik.

Evalueringsgruppen finder det positivt at der evalueres varieret, og at medbestemmelse og evaluering udvikler sig over tid, dvs. med progression. Samtidig er det opfattelsen at evalueringen af den enkelte elevs faglige udbytte generelt fungerer godt, mens elevmedbestemmelse og evaluering af undervisningen i form af fælles drøftelser mellem lærer og klasse med fordel kunne anvendes og udvikles til gavn for elever, faget og undervisningen.

Udvikling af elevmedbestemmelse og evaluering må finde sted på flere niveauer samtidig - i den enkelte klasse og på den enkelte skole - og i en modernisering af Gymnasiebekendtgørelsens paragraffer desangående. Jf. Udviklingsprogrammet for ungdomsuddannelserne.

2.8.3 Fysiske forhold og økonomiske ressourcer

Skolernes fysiske forhold og økonomiske ressourcer er vigtige parametre set i forhold til undervisningens og uddannelsens kvalitet. Fysikfagets situation er meget forskellig fra skole til skole hvilket må ses i relation til de økonomiske ressourcer skoleejerne stiller til rådighed. Følgende former for forhold og ressourcer er undersøgt: lokaler, udstyr og andre undervisningsmidler.

Fire skoler (ud af 15) har for få og/eller små undervisningslokaler, ni skoler har ingen eller utilstrækkelige forberedelses- og depotrum, syv skoler har få eller ingen grupperum eller andre lokaliteter hvor elever kan arbejde selvstændigt, fx med forsøgsrapporter eller projekter, ti skoler har ingen eller ringe mulighed for at lade opstillinger stå, og otte skoler har meget nedslidte fysiklokaler der ikke har været renoveret indenfor de sidste mange år om nogensinde. Disse forhold fordeler sig ikke jævnt idet to af skolerne har alle fem karakteristika hvilket må opfattes som klart uacceptabelt. På positivsiden optræder følgende: tre skoler har i løbet af 1990erne fået totalrenoveret faglokalerne til de naturvidenskabelige fag, to er i gang med byggeprojekter i form af nye fløje bl.a. til fysik, og en skole står foran en 3-årig totalrenovering af fysiks og kemis faglokaler.

For få og små lokaler kan forringe elevers udbytte af undervisningen, herunder ikke mindst det eksperimentelle arbejde og udviklingen af de mere selvstændige arbejdsformer som gymnasiet og samfundet kræver i dag. Stigende ungdomsårgange i kombination med udvikling af nye undervisningsformer og mere tidssvarende undervisning antages at ville forstærke de nævnte problemer.

Fysik er et udstyrstungt fag pga. det eksperimentelle arbejde og eksperimentelt udstyr er dyrt i forhold til de ressourcer skolerne har til rådighed. Det betyder at der gennem en årrække på de fleste skoler ikke har været råd til at købe nyt udstyr til det eksperimentelle arbejde; dog har en del skoler satset meget på udviklingen af IT. Forekomsten af IT er yderst forskellig, men generelt gælder det at faget de sidste fem år har brugt en større del af sine ressourcer til indkøb af IT. De manglende nyindkøb af eksperimentelt udstyr har efter evalueringsgruppens opfattelse indflydelse på to forhold: brugen af IT bliver/er begrænset indenfor det eksperimentelle arbejde som sådan, og inddragelsen af moderne fysik bliver nedtonet i undervisningen. Det er uheldigt både set i forhold til de faglige krav og i forhold til elevers motivation for fysikfaget.

Tidssvarende undervisningsmaterialer er af afgørende betydning for undervisningens kvalitet og elevernes udbytte på kort og langt sigt; i den forbindelse tænkes især på bøger, men også på andre undervisningsmaterialer, herunder de IT-baserede. Det er derfor med bekymring at evalueringsgruppen må konstatere at de økonomiske ressourcer til undervisningesmidler nu er og gennem en årrække har været ikke blot beskedne, men utilstrækkelige på langt de fleste skoler.

Fysiks økonomiske situation med hensyn til undervisningsmidler er i udgangspunktet som andre fags, men som andre eksperimentelle og materialeforbrugende fag får fysik tilført 'ekstra' ressourcer hertil. På nogle skoler har faget også fået del i særbevillinger o.l. Men fysik er et dyrt fag, og særbevillinger løser ikke fysiks materialeproblemer bl.a. fordi de ikke gør det muligt at lægge en plan for fagets udvikling.

Det er evalueringsgruppens opfattelse at der er tale om bastante fysiske mangler og problemer på enkelte skoler, udstyrsmæssige problemer på en del skoler og generelt for få ressourcer til bøger og andre undervisningsmaterialer på alle skoler. Både den skriftlige og mundtlige dokumentation samt besøgene på de femten skoler har betydet at evalueringsgruppen har kunnet danne sig et gedigent indtryk af fagets fysiske og ressourcemæssige situation. De mangler der er på en del skoler, skaber nogle lidet gunstige vilkår for fysiklærernes arbejde og for udviklingen af en mere tidssvarende fysikundervisning. Det er samtidig opfattelsen at kvaliteten i undervisningen og dermed elevernes udbytte af og motivation for faget påvirkes af de anførte mangler og problemer vedrørende lokaler, udstyr og undervisningsmaterialer.

I lighed med hvad lærere og skoleledelser giver udtryk for, er det evalueringsgruppens opfattelse at den nuværende standard muliggør at fagbekendtgørelsen for fysik opfyldes, men flere steder på minimalistisk vis og uden selv kortsigtet fremtidssikring. Samtidig nærer evalueringsgruppen en vis bekymring for at de nuværende fysiske og økonomiske forhold kan stille sig hindrende i vejen for en opfyldelse af det almene gymnasiums formål og kravene til gymnasial undervisning sådan som det kommer til udtryk i Gymnasiebekendtgørelsen.

2.8.4 Fysiklæreres efteruddannelse

Fysiklærerne er en veluddannet gruppe, men som alle andre i det moderne samfund er en stadig professionel videre- og efteruddannelse både nødvendig og ønskelig. Kapitlet indeholder bl.a. en dokumentation for fysiklærernes hidtidige efteruddannelse og ressourceforbruget hertil.

Hovedparten af fysiklærerne er cand.scient., en meget lille del er ingeniører eller har en anden form for teknisk-naturvidenskabelig uddannelse. Over halvdelen er uddannet ført 1980 og resten i 1980erne og 1990erne. Mobiliteten blandt gymnasielærere er lille og fysiklærergruppen på de fleste gymnasier vil have en anciennitet på 15-20 år. Alt andet lige antages det derfor at der er brug for efteruddannelse, og at behovet er stigende.

Dokumentationen viser at efteruddannelsen har flere hensigter, en faglig opgradering og pædagogisk/fagdidaktisk ajourføring samt menneskelig udvikling, samt at ca. 60% af lærerne har været på mindst et kursus indenfor de sidste fem år, og at ca. 40% ikke har deltaget i et efteruddannelseskursus de sidste fem år. Efteruddannelsen fordeler sig ujævnt; på skoler med høj efteruddannelsesaktivitet har alle været på mindst et kursus indenfor en treårig periode, på andre skoler har kun en fjerde af lærerne deltager i en efteruddannelsesaktivitet indenfor de sidste tre år. Det er karakteristisk for skoler med et højt efteruddannelsesniveau at fysiklærergruppen udover eksterne kurser i faglig forenings regi selv arrangerer diverse kurser eller studierejser. Den hyppigst anvendte kursusform er éndagskurser, men 2-3 dages kurser er også almindelige, derimod forekommer længere kursusforløb forholdsvis sjældent.

Der er tale om en bred vifte af kursusemner, og både lærere og skoleledelser anser deltagelse i kurser for yderst positivt. Det typiske eksterne kursus har fokus på faglig opkvalificering, mens interne kurser, såkaldt skolebaseret efteruddannelser, i reglen har fokus på det pædagogiske og didaktiske.

Udover deltagelse i intern og ekstern kursusvirksomhed sker fysiklæreres faglige og pædagogisk-didaktiske ajourføring via samarbejde i faggruppen og/eller deltagelse i forsøgs- og udviklingsarbejde på egen skole eller deltagelse i eksterne aktiviteter som f.eks. medarrangør af kurser, undervisning og/eller censur ved andre typer af uddannelse mv. Ikke mindst samarbejdet i faggruppen er gennem årene blevet anset for vigtigt, en tendens der ser ud til at komme til at stå endnu mere centralt i forbindelse med at mange skoler er i gang med at udvikle og lægge rammerne for en egentlig efteruddannelsespolitik for den enkelte skole.

Fysiklærerne andel af deres skolers samlede efteruddannelsespulje ligger på 4-6% med et udsving fra 1,4% til 12%. Fysikfaggruppen udgør typisk 10-15% af et lærerkollegium, så der er tale om et 'underforbrug'. Flere skoleledelser giver udtryk for at det er deres fornemmelse at fysiklærere generelt tager mindre på kurser end andre faggrupper eller lærerkollegiet som helhed, men også at der kan være/er store forskelle indenfor gruppen.

Eleverne er også yderst opmærksomme på lærernes efteruddannelse: "Videre- og efteruddannelse af læreren giver vedkommende ny inspiration, som så kan reflekteres i undervisningen."(Typisk udsagn fra en elevselvevalueringsrapport.)

Det er evalueringsgruppens opfattelse at fysiklærere generelt sørger for deres fysikfaglige opdatering, herunder deltagelse i kurser mv., men at efteruddannelsesaktiviteten generelt er for begrænset, og at den i for lille grad omhandler pædagogiske og fagdidaktiske spørgsmål og problemstillinger. Derfor er den interne skolebaserede efteruddannelse med dens fokus på pædagogiske og almendidaktiske emner af afgørende betydning for den udvikling af fysikfaget som er beskrevet flere steder i evalueringen.

Udover mere efteruddannelse inden for områder af moderne fysik, teknologi og tværvidenskabelige områder anbefaler evalueringsgruppen at der etableres et større sammenhængende fagdidaktisk efteruddannelsesprogram, herunder kompetencegivende videreuddannelse i naturfagsdidaktik i form af diplom- og masteruddannelser. På skoleniveau anbefaler man skoleledelser til at yde den fagdidaktiske udvikling større opmærksomhed gennem f.eks. udviklingssamtaler, uddannelsesplaner, faggruppesamtaler o.l.

2.8.5 Kvalitetssikring

Kapitlet omhandler følgende aspekter ved kvalitetssikring: eksamensbestemmelserne for faget, Undervisningsministeriets to initiativer, KUP og "Standarder og profiler", fagkonsulentinstitutionen og kvalitetssikringens yderste led, nemlig lærernes overordnede opfattelse af fagets bekendtgørelse.

De bedømmelseskriteriet der anvendes ved eksamen på begge niveauer, opfattes som relevante, og de bruges med omtanke. Det gælder også for større skriftlig opgave.

Dokumentationen viser at det ministerielle udviklingsprojekter, KUP og "Standarder og profiler" ikke kan ses at have haft nogen særskilt betydning for fysikfaget eller fysikfagets udvikling om end evalueringsgruppen anser det for positivt hvis fysik i større grad inddrages i denne type af projekter.

Dokumentation viser at lærere og skoleledelser ser fagkonsulentinstitutionen som et vigtigt led i det ministerielle tilsyn med fysikundervisningen. Det synspunkt deler evalueringsgruppen. Udover at kontrollere indberetninger vedrørende læse- og eksamenspensa, er fagkonsulentens virke afgørende ikke bare som inspirator og igangsætter for fysiklærerne, men også som faglig konsulent for skolernes ledelser i forbindelse med fagligt-pædagogisk udviklingsarbejde og i bygge- og renoveringsprojekter med relevans for fysik og andre naturvidenskabelige fag. Derfor ser evalueringsgruppen med bekymring på den udvikling i bemandingen af fagkonsulentinstitutionen der har fundet sted de senere år. En udvikling i samme retning vil vanskeliggøre den udvikling der forestår for fysikfaget. I forlængelse heraf anbefaler evalueringsgruppen Undervisningsministeriet at styrke fagkonsulentinstitutionen i form af flere timer og mandskabsforøgelse.

Det er evalueringsgruppens vurdering af fagets bekendtgørelse skaber en udmærket ramme om undervisningen i fysik selvom dens opbygning og ordvalg kan bevirke at den opfattes som stram. Evalueringsgruppen konstaterer at fagets bekendtgørelse i kombination med fagets traditioner gør at mange lærere føler en forpligtelse til at gennemgå samtlige af bekendtgørelsens emner på samme måde og med samme dybde. Evalueringsgrupper er tillige af den opfattelse at fysiklærernes syn på fagbilaget i fysik udgør et vigtigt led i sikringen af fagets kvalitet og finder det derfor positivt at fagbilaget tages så alvorligt som dokumentationen viser er tilfældet.

2.9 Problemer og visioner

Slutkapitlet tegner de store linjer for fysikfaget i det almene gymnasium set med fysiklærernes, skoleledelsernes og elevernes øjne. Deres beskrivelser og vurderinger af fagets nuværende tilstand,

og ikke mindst dets udviklingsmuligheder og visioner, forholder evalueringsgruppen sig til i sine afsluttende konklusioner hvor linjerne samtidig trækkes på langs gennem evalueringen.

Konklusionerne omhandler trivselskriterier, fagets bekendtgørelse og timetal, de materielle betingelser herunder IT, efteruddannelse og kompetenceudvikling, øget ressourceniveau, elevforudsætninger, rekrutteringen til højniveau, mødet mellem elever og fag. Hvilke på sin side ses i relation til fysiks potentialer og styrker, herunder især de relevante aktører: fysiklærere, elever, skoleledelser, skoleejere, faglige foreninger, universiteter, erhvervslivet og Undervisningsministeriet.

Del I Fagligt indhold

Denne del handler om undervisningens faglige indhold i tre af de fire delområder i bekendtgørelsen - kernestof, perspektiver og eksperimentelt arbejde på både obligatorisk og højt niveau. Det fjerde delområde, formidling af fagstof, behandles særskilt i del lll om skriftligt arbejde. Delen indledes med et kapitel om overgangen fra grundskolens fysik/kemiundervisning til gymnasiets undervisning i fysik. Derefter følger en række kapitler om de forskellige dele af indholdet i gymnasiets fysikundervisning. Obligatorisk og højt niveau behandles hver for sig da der er en række væsentlige indholdsmæssige forskelle på de to. Generelt er obligatorisk niveau mere velbelyst i dokumentationsmaterialet end højt niveau. Kapitlerne om indholdet i undervisningen på de to niveauer følges op af to kapitler om hhv. progression og udvikling af forudsætninger for videregående uddannelse.

Bekendtgørelsens beskrivelse af faget
I bekendtgørelsen for fysik på obligatorisk niveau er der en række overordnede mål. De lyder som følger: Eleverne skal opnå indsigt i

- centrale områder inden for den klassiske og moderne fysik beskrevet ved et kernestof
- fysikken som et middel til forståelse af omverdenen
- naturvidenskabelig tankegang og metode
- fysikkens verdensbillede
- fysikkens sammenhæng med teknologi-, kultur- og samfundsudvikling.

Bekendtgørelsen opstiller herefter en række delmål der er organiseret under fire forskellige delområder: Kernestof, perspektiver, eksperimentelt arbejde og formidling af fagstof. Disse delmål refereres i de enkelte kapitler om de fire delområder.

Dokumentationen
Dokumentationen til denne del består af 1) skolernes samlede selvevalueringsrapporter med størst vægt på fysiklærernes og elevernes bidrag, 2) spørgeskemaundersøgelserne af de 15 skolers matematikerelever og 3) interviewundersøgelsen med studerende og undervisere på videregående uddannelser i forhold til spørgsmålet om fysikelevernes studieforudsætninger.

Der er stor forskel på den vægt de forskellige dokumentationskilder har i de enkelte kapitler og afsnit. På samme måde er der forskel på hvor fyldige beskrivelser og vurderinger der er i dokumentationen i forhold til de forskellige aspekter i delen. Hvert kapitel indledes derfor med en kort beskrivelse af dokumentationsgrundlaget.

3 Fra grundskole til gymnasium

Dette kapitel handler dels om hvordan eleverne oplever overgangen fra grundskolens fysik/kemiundervisning til gymnasiets fysikundervisning, og dels om hvordan fysiklærerne vurderer den viden og de færdigheder eleverne kommer med fra grundskolen. I forlængelse af dette behandler kapitlet også den måde fysik introduceres på i gymnasiet set fra både læreres, elevers og skoleledelsers side.

Kapitlet indeholder

- Elevernes oplevelse af overgangen fra fysik/kemi i grundskolen til fysik i gymnasiet
- Fysiklærernes vurdering af elevernes indgangsforudsætninger
- En beskrivelse af praksis omkring og holdninger til introduktionen af faget.

Dokumentationen
Spørgsmålet om overgangen er blevet belyst fra flere forskellige vinkler og via flere forskellige dokumentationskilder. I 1. og 2.g-spørgeskemaundersøgelsen er eleverne blevet stillet en række spørgsmål om forholdet mellem fysik/kemi i grundskolen og fysik i gymnasiet. I spørgeguiden til fysiklærerne og til skolens ledelse/organisation er der en række spørgsmål om elevernes indgangskompetencer, om hvordan disse undersøges, og om fysik deltager i et evt. fælles introduktionsforløb på skolen. I mange af elevernes fortællinger bliver forholdet mellem fysik/kemi i grundskolen og fysik i gymnasiet også beskrevet og reflekteret. Endelig blev der i mange af samtalerne på skolebesøgene spurgt ind til elevernes indgangsforudsætninger og introduktionen til fysikfaget i gymnasiet.

3.1 Elevernes oplevelse af overgangen

I spørgeskemaundersøgelsen er eleverne blevet spurgt om deres oplevelse af fysik/kemi i grundskolen. De er blevet bedt om at angive i hvor høj grad de oplevede faget som hhv. spændende og svært. Elevernes svar kan ses af følgende tabel:

Tabel 2.1 Oplevelsen af fysik/kemi i grundskolen (Angivet i %)

	I høj grad	I nogen grad	I begrænset grad	Slet ikke	Ved ikke
Spændende?	23	47	22	8	0
Svært?	1	14	49	36	1

Kilde: PLS-rapport

Som det fremgår af tabellen, så kommer hovedparten af eleverne til gymnasiet med en oplevelse af at fysik/kemi i grundskolen var et spændende og ikke særligt svært fag. Det billede blev i høj grad bekræftet i samtalerne på skolebesøgene. I forlængelse af dette er eleverne blevet spurgt om i hvor høj grad de oplever at der er forskel på fysik/kemi i grundskolen og faget fysik i gymnasiet. Svarene fremgår af følgende tabel:

Tabel 2.2 Forskel mellem fysik/kemi i grundskolen og fysik i gymnasiet (Angivet i %)

I høj grad	I nogen grad	I begrænset grad	Slet ikke	Ved ikke
60	31	7	0	1

Kilde: PLS-rapport

Svarene viser at hovedparten af eleverne oplever at møde et nyt og anderledes fag i gymnasiet sammenlignet med deres erfaringer fra grundskolen. Det er især fem forhold ved gymnasiets fysikundervisning der fremhæves som væsentligt anderledes end undervisningen i fysik/ kemi i grundskolen. Det fremgår af de uddybende tekstsvar som eleverne har haft mulighed for at give i spørgeskemaundersøgelsen og af elevernes selvevalueringsrapporter:

- I grundskolen eksisterer faget fysik ikke som et særskilt fag, men som en del af faget fysik/kemi
- I grundskolen bruges en meget stor del af tiden på eksperimentelt arbejde, mens der i gymnasiet lægges mere vægt på teori og på efterbehandling af eksperimenter
- I gymnasiet skriver man fysikrapporter
- I gymnasiet bliver matematik i meget højere grad knyttet til fysik
- I forlængelse af det ændrede forhold mellem teori og eksperimenter fremhæves forskellen på arbejdsformer i grundskolen og i gymnasiet.

I det følgende uddybes elevernes beskrivelser og vurderinger af de fem forhold de oplever som de væsentligste forskelle på de to skoleformers undervisning i hhv. fysik/kemi og fysik:

Fra fysik/kemi til fysik
På skolebesøgene gav langt de fleste elever udtryk for at en meget afgørende forskel på fysik/ kemi i grundskolen og fysik i gymnasiet består i at fysik/ kemi er ét fag i grundskolen, mens det i

gymnasiet udgør to selvstændige fag. Samtidig mente mange elever at grundskolen ikke altid har skabt grundlag for at identificere de to fag hver for sig. I forhold til elevernes udsagn på skolebesøgene tegner der sig et billede af en meget forskellig vægtning af de to sider af faget i grundskolen. En del elever giver udtryk for at de ved gymnasiestarten pludselig kunne se at de næsten kun havde haft kemi i grundskolen, og at det gav dem problemer dels i forhold til deres forforståelse af fysikfagets indhold og dels i forhold til deres oplevelse af egne forudsætninger.

Fra mange eksperimenter til meget teori
Ifølge både spørgeskemaundersøgelsen og besøgene har de fleste elever oplevet fysik/ kemi i grundskolen som et sjovt og spændende fag med mange eksperimenter. Men eksperimenterne har sjældent været efterbehandlet i form af en konkluderende bearbejdning mm., og mange elever har derfor også oplevet det eksperimentelle arbejde som løsrevet; man laver en forsøgsopstilling, og så "ser man hvad der sker". I forlængelse af dette har de fleste elever ikke oplevet fysik/kemifaget som særligt teoretisk i grundskolen. "I grundskolen lærer du hvad, i gymnasiet lærer du hvorfor". Som en konsekvens af den større mængde teori og kravet om fysikrapporter oplever eleverne at fysik i gymnasiet er sværere end fysik/ kemi i grundskolen. Det fremhæves både i selvevalueringsrapporterne og blev bekræftet på besøgene. Men samtidig er der også en del elever der fremhæver at fysik er blevet mere spændende i gymnasiet fordi man netop går mere i dybden med de enkelte emner.

Rapportskrivning
I gymnasiet består en stor del af den teoretiske efterbehandlingen af eksperimenter i skriftlige rapporter, og det er meget forskelligt om eleverne har prøvet at skrive fysik/ kemirapport i grundskolen. På besøgene blev det tydeligt at stort set alle elever synes at det ville være en stor fordel hvis de havde prøvet at skrive en rapport.

Matematik fylder mere
For den største del af eleverne opleves det som et stort spring at matematik fylder så meget i fysik i gymnasiet. På et besøg blev det fx sagt at "man skal regne meget mere og huske formler". Ifølge spørgeskemaundersøgelsen er der en forholdsvis stor del af eleverne der føler at deres matematikfærdigheder fra grundskolen ikke helt slår til i forhold til fysikundervisningen. Matematikken bliver både i selvevalueringsrapporterne og på besøgene også nævnt som hovedkilden til at faget i gymnasiet opleves som både mere teoretisk og sværere end i grundskolen.

Mere klasseundervisning
I spørgeskemaundersøgelsen peger mange elever på ændrede undervisningsformer i gymnasiets fysikundervisning sammenlignet med fysik/kemi i grundskolen. Gymnasiets fysikundervisning er

langt mere præget af klasseundervisning end det er tilfældet i grundskolen. Ændringen hænger sammen med at fokus forskydes fra overvejende at ligge på det eksperimentelle til at handle om samspillet mellem eksperimenter og teori, men med vægt på den teoretiske analyse og skriftliggørelse i form af rapporter.

Stort set alle elever fremhæver både i selvevalueringsrapporterne og på besøgene at de kommer med meget forskellige forudsætninger fra grundskolen, men det er forskelligt om dette vurderes som et problem. Det fremgår også af spørgeskemaundersøgelsen at eleverne i en vis udstrækning synes at der bliver bygget videre på deres forudsætninger. Dette blev yderligere nuanceret på besøgene hvor det fremgik at det især er elevernes viden om nogle bestemte emner som de oplever at kunne bruge i gymnasiet. De fleste elever er dog enige om at det ville være godt med et større samarbejde mellem grundskole og gymnasium.[13]

3.2 Undersøgelse af elevernes indgangsforudsætninger

Dette afsnit handler om hvilken praksis der er på skolerne og blandt fysiklærerne i forhold til at undersøge elevernes indgangsforudsætninger. I spørgeguiden til selvevalueringen er fysiklærerne og skoleledelserne blevet spurgt om de undersøger elevernes indgangsforudsætninger - og hvordan det i givet fald sker. Desuden er spørgsmålet også blevet taget op på visse af skolebesøgene.

Der er meget stor variation både mellem skolerne og på den enkelte skole i forhold til undersøgelse af elevernes indgangsforudsætninger. Ingen skoler foretager systematisk faglig screening af eleverne i fysik, og kun på meget få skoler har faggruppen et samarbejde om undersøgelse af elevernes indgangsforudsætninger. På langt de fleste skoler er det helt op til de enkelte lærere hvordan og hvor meget de vil gøre ud af en evt. undersøgelse.

I afsnittet gennemgås først de forskellige holdninger skoleledelserne har til screening eller andre former for undersøgelse af elevernes forudsætninger. Herefter bliver fysiklærernes praksis og holdninger beskrevet.

3.2.1 Skolernes praksis og holdninger

I seks ledelsesrapporter bliver der givet klart udtryk for hvilken holdning skolen har til undersøgelse af elevforudsætninger – generelt og i forhold til fysik. Udsagnene fra de seks skoler er gengivet i nedenfor.

[13] Mange elever er dog også opmærksomme på at grundskolens opgave ikke alene er at forberede eleverne til gymnasiet da mange elever vælger andre veje.

Negative holdninger til screening:

- "Det er klart, at en screening eller undersøgelse af elevernes forudsætninger i fysik ved skolestart måske kunne mindske frafaldet på matematisk linje, såvel blandt drenge som piger, idet undervisningen kunne tilrettelægges med henblik på elevernes forudsætninger, så de ikke følte faget så svært. Men det er hypoteser, og det er et spørgsmål om det kunne højne kvaliteten af undervisningen, idet bekendtgørelsens indhold jo også skal tilfredsstilles. Det skal også ind i billedet, at skolen får elever fra over 40 forskellige skoler, hvorfor eleverne kommer med vidt forskellige forudsætninger".
- "Screeninger i sig selv gør det ikke, men må selvfølgelig følges op med den undervisningsdifferentiering som måtte være påkrævet, og efter vores opfattelse bliver netop undervisningsdifferentiering ikke praktiseret meget".
- "(Der) foretages ikke screeninger i faget fysik. Forklaringen er en erkendelse af, at screeninger kun giver mening, hvis den emnemæssige fællesmængde i en normal 1.g klasse er stor, hvilket ikke er tilfældet i dag".

Positive holdninger til screening:

- Screening i fysik ville "hurtigere spotte de specielt svage elever. Dermed ville vi kunne give disse elever (fx vha. lektiecafé) et bedre grundlag for at kunne følge fysikundervisningen".
- "Vi kunne forestille os en screening i fysik, og det ville måske ikke være en dårlig idé med en sådan. Indholdsmæssigt skal den givetvis ikke afdække elevernes egentlige faglige niveau og faktiske færdigheder, men snarere forsøge at afdække deres forventninger og holdninger til faget og deres bud på en faglig profil".
- "Fysikfaggruppen burde i fællesskab udvikle et analyseredskab til den enkelte lærers systematiske viden om egne elevers forudsætninger".

Som det fremgår af ovenstående citater, så bygger de negative holdninger på at et brugbart udbytte af screening kræver nogle bestemte forudsætninger – som ikke er til stede. Det drejer sig om ensartetheden i elevernes forudsætninger og om efterfølgende undervisningsdifferentiering. Desuden peges der i en rapport på at det ikke giver mening når bekendtgørelsen alligevel skal opfyldes. Bag de positive holdninger til screening ligger der tanker om at det kunne bruges til efterfølgende at give de svage elever lektiehjælp, eller at man kunne bruge det til at få en fornemmelse af elevernes forventninger til og forhåndsviden om faget.

3.2.2 Fysiklærernes praksis

Som nævnt ovenfor er der meget forskellig praksis med hensyn til hvordan lærerne skaffer sig viden om elevernes forudsætninger. En meget stor del af læreren angiver at de ikke laver

egentlige tests; de fleste ud fra et argument om at de ikke bliver klogere af det. Hovedparten af lærerne i denne gruppe forsøger at skaffe sig viden om elevernes forudsætninger på andre måder:

- Dialog med klassen

  De fleste lærere angiver at de i begyndelsen af 1.g taler med eleverne om hvad de har haft af fysik i grundskolen. En del lærere angiver at de også ved begyndelsen af hvert nyt emne har en dialog med klassen om hvilken viden de allerede har inden for emnet. Enkelte lærere taler også med klassen om deres erfaringer med arbejdsformer. Og enkelte lærere inddrager elevernes færdigheder i elementær matematik i samtalen.

- Kendskab til fysik i grundskolen

  En mindre del af lærerne skaffer sig viden om grundskolens fysikundervisning på forskellige måder: Gennem brobygningsforløb, nogle læser grundskolens fysikbøger, og enkelte har overværet undervisningen i grundskolen.

Én eller få lærere:

- Mindmap

  En lærer gør brug af fælles mindmap i klassen som et middel til at se hvad klassen samlet set har beskæftiget sig med. Samtidig skal det give eleverne en begyndende forestilling om fysikkens genstandsområde ud over den viden de selv har.

- Skriv løs

  En lærer bruger en fri skriftlig form idet eleverne bliver bedt om at skrive en tekst om deres viden om og erfaringer med fysik.

- Samtale efter de første hjemmeopgaver

  En lærer foretrækker en grundig samtale med hver elev efter de første par sæt hjemmeopgaver.

- Hurtigt i gang

  En lærer foretrækker at komme hurtigt i gang med eksperimenter og rapporter for at se selvstændige produkter fra eleverne.

Som nævnt er det en mindre del af lærerne der bruger tests til at få viden om elevernes forudsætninger. Følgende bruges af enkelte lærere:

- Screeningstest udarbejdet af fagkonsulenten
- Spørgeskemaer

- Test af abstraktionsniveau i samarbejde med Aarhus Universitet
- Matematiktest.

Lærerne er i spørgeguiden blevet spurgt om hvorvidt matematik inddrages i evt. undersøgelser. Kun et fåtal blandt lærerne laver egentlige tests i matematik. Her drejer det sig om elevernes regnefærdigheder, løsning af ligning med én ubekendt og anvendelse af den rette linjes ligning.

Lærernes forventninger
Lærerne er blevet spurgt om deres forventninger til elevernes forudsætninger. Langt det mest almindelige svar er at de ikke forventer nogen særlig kunnen hos eleverne. Hverken med hensyn til matematik eller fysik. Med hensyn til matematikken giver mange lærere udtryk for at eleverne er meget usikre, mens de i forhold til fysik nok kommer med en viden, men denne viden er så forskellig fra elev til elev at den er svær at bygge videre på. En del lærere angiver at det især er elevernes abstraktionsniveau og matematikfærdigheder der har betydning for undervisningen.

3.2.3 Lærernes syn på styrker og svagheder i elevernes bagage

I selvevalueringsrapporterne er fysiklærerne blevet bedt om at vurdere elevernes indgangsforudsætninger. I de fleste rapporter er der en forholdsvis fyldig beskrivelse af hvad eleverne kan og ikke kan i forhold til gymnasiets fysikundervisning - set med lærerøjne. Der er en række gennemgående træk i fysiklærernes vurdering af både styrker og svagheder i elevernes bagage fra grundskolen.

I næsten samtlige selvevalueringsrapporter fremhæver fysiklærerne at eleverne tydeligvis er vant til at arbejde eksperimentelt når de begynder i gymnasiet. Eleverne kommer med en nysgerrighed og åbenhed over for eksperimenter, og de har en god laboratorieadfærd. Som en lærer sagde under en samtale på et besøg: "I de eksperimentelle situationer er eleverne utroligt legende. De kaster sig ud i det!". Der er dog enkelte af lærergrupperne der efterspørger en eksperimentel kompetence hos eleverne der rækker ud over den blotte iagttagelse. Det vil med andre ord sige at eleverne er gode til selve udførelsen af eksperimentelt arbejde, men de er måske knap så gode til at beskrive og behandle de eksperimentelle resultater.

Styrker
Det fremgår af en meget stor del af selvevalueringsrapporterne at eleverne har kendskab til mange forskellige emner, men lærerne angiver også at det er svært at bygge direkte videre på denne viden hos eleverne. Lærerne beskriver elevernes viden i vendinger som "passiv viden", "kvalitativ viden" og "spredte emnemæssige kompetencer". I én af selvevalueringsrapporterne formuleres det på denne måde: "Eleverne har et relativt stort kendskab til mange emner, men uden præcision

og dybere forståelse". Citatet dækker en generel opfattelse blandt lærerne - der i øvrigt også hæfter sig ved det er meget forskellige emner eleverne ved noget om.

Den overvejende del af selvevalueringsrapporterne fremhæver at eleverne kommer med meget gode forudsætninger for at arbejde i grupper og for projektarbejde – en vurdering der blev yderligere understreget på besøgene. Eleverne har generelt en god social omgangsform og kan arbejde selvstændigt og disciplineret i grupper. Kun i én enkelt selvevalueringsrapport giver lærerne udtryk for aldrig at have hørt noget til projektarbejdet fra grundskolen, og i én selvevalueringsrapport bliver der efterspurgt større arbejdsmoral og koncentrationsevne.

Ifølge en del selvevalueringsrapporter kommer eleverne med en åben og positiv indstilling til faget.

Opsummerende vil det sige at eleverne

- er gode til at udføre eksperimentelt arbejde
- har kendskab til mange emner
- er gode til gruppe- og projektarbejdsformen
- har en positiv indstilling til faget.

Svagheder
Fysiklærerne har også en række bud på hvad eleverne ikke er helt så gode til som de kunne ønske sig. Det er i høj grad de samme ting der går igen i rapporterne, og som også blev bekræftet i samtalerne på skolebesøgene.

Et helt centralt og gennemgående træk i alle selvevalueringsrapporterne er en konstatering af at eleverne mangler elementære regne/matematikfærdigheder. De forskellige eksempler der gives, går på at elever er meget usikre i forhold til helt basale regneregler, fx i forhold til at løse simple divisionsstykker eller ligninger med én ubekendt. Samlet set peger lærerne på en grundlæggende mangel på kvantitativ fornemmelse hos eleverne. Mange lærere fremhæver brugen af det matematiske formelsprog i tæt sammenhæng med kravet om faglig præcision. I den forbindelse efterspørger de også i deres selvevalueringsrapporter en større evne hos eleverne til at være præcise – og til en anerkendelse af at det er nødvendigt med præcision i forhold til behandlingen af fysiske emner.

I en del selvevalueringsrapporter giver lærerne udtryk for at eleverne mangler abstraktionsevne. Der bliver ikke giver nogen konkrete eksempler på hvad det er for en form for abstraktion som lærerne forventer af eleverne. I enkelte rapporter tales der om at problemet ligger i springet fra iagttagelsen af et fænomen til den faglige beskrivelse/forklaring af fænomenet.

Samlet set er det lærernes vurdering at eleverne

- mangler regne- og matematikfærdigheder
- mangler evne og vilje til præcision
- mangler abstraktionsevne.

Direkte adspurgt om hvad de ser som vigtige forudsætninger hos eleverne, er der især tre ting som læreren trækker frem: Glæde ved oplevelse og fordybelse, sikre matematikfærdigheder og abstraktionsevne.

3.3 Hvordan introduceres fysikfaget?

Dette afsnit handler om hvordan fysikfaget introduceres. Kapitlet indeholder tre afsnit: Skoleledelsernes syn på introduktionsforløb, lærernes beskrivelse af deres praksis omkring introduktion og endelig elevernes oplevelse af introduktionen til faget.

Dokumentationen består primært af skolernes samlede selvevalueringsrapporter og i lidt mindre grad af samtalerne på besøgene. I spørgeguiden til selvevalueringen er lærerne og skoleledelserne blevet spurgt om hvordan fysikfaget introduceres for eleverne, og spørgsmålet er derudover blevet uddybet på en del af skolebesøgene. En stor del af elevernes fortællinger beskæftiger sig også med hvordan det første møde med faget forløber, og deres oplevelser er blevet uddybet i flere af samtalerne på besøgene.

3.3.1 Skoleledelsernes syn på introduktionsforløb

I spørgeguiden til selvevalueringen er skoleledelserne blevet spurgt om hvilken praksis skolen har for introduktion af nye 1.g'ere, og om hvordan fysik evt. indgår i introduktionen.

Hovedparten af skolerne har et fælles introduktionsforløb, men af social og ikke faglig karakter. På en mindre del af skolerne er introduktionen noget der foregår i de enkelte klasser med klassens lærerteam som ansvarlige. Fysik indgår derfor ikke fagspecifikt i disse introduktionsforløb.

Enkelte af ledelsesrapporterne forholder sig problematiserende til spørgsmålet om en egentligt faglig og mere systematisk introduktion til fysik; nogle synes at det er en god idé, andre synes det ikke:

"For mange grundskoleelever er det givetvis således, at de knap nok ved, hvad fysikfaget egentlig er. I grundskolen har de måske haft natur og teknik, og i de ældste klasser har de stiftet bekendtskab med fysik og kemi, måske også astronomi. Eftersom der altså ikke altid er et klart afgrænset fag på skemaet, der hedder fysik og altid er fysik, ved mange elever ikke med

sikkerhed, hvilke muligheder og facetter faget indeholder. Dette forhold er jo i klar modstrid med den egentlige faglige opfattelse af fx matematik, dansk og sprog, mens de samme forhold gør sig gældende for biologi og geografi".

"Ledelsen mener, det vil være en god idé at overveje, hvorledes faget kunne lette overgangen fra grundskolens fysikundervisning til gymnasiets undervisning, men det er næppe noget der kan ske med den nuværende bekendtgørelse og det nuværende timetal".

"Vi har tidligere her på skolen haft *intro-forløb*, hvor forskellige centrale naturvidenskabelige begreber blev præsenteret, og hvor der blev arbejdet med at etablere et fælles naturvidenskabeligt begrebsinventar (som en pendant til 1.g elevernes introduktion til *tværgrammatik*), men siden har vi forladt denne form for introduktion, fordi faget matematik har overtaget introduktionen".

"En fælles faglig indskoling i gymnasiets fagrække er bevidst fravalgt ud fra tanken om, at vi som gymnasium ikke ønsker at signalere en forhåndsforventning til eleverne om, at de ikke er gode nok, og at de sandsynligvis vil løbe ind i problemer. I stedet har de enkelte fag/lærere faglige introduktionsforløb af vekslende indhold og længde – ideelt set tilpasset den enkelte klasses behov".

3.3.2 Fysiklærernes praksis omkring og syn på introduktion

Ifølge både selvevalueringsrapporterne og samtalerne på besøgene er det meget få lærere der har en egentlig systematisk introduktion til faget. De fleste lærere mener at den bedste introduktion er at komme hurtigt i gang med undervisningen. Enkelte lærere/lærergrupper har noget de definerer som introduktion inden den almindelige undervisning starter. Hvad det går ud på, fremgår af nedenstående eksempler

- Introduktion til naturvidenskabelig metode: Observer – tænk – konkluder, og til at arbejde præcist og matematisk.
- Et par uger bruges på at introducere faget: Hvad er fysik?
- Introduktion til den rette linjes ligning; det er integreret i IT-intro ligesom brugen af regneark.

På tegnebrættet

En lærergruppe arbejder på et fælles introduktionsforløb om øvelsesteknik, mens en anden lærergruppe arbejder på at etablere en fælles introduktion til det symbolsprog der bruges i fysik. Endelig er der en lærergruppe der vil lave en samlet start på fx tre uger med en introduktion primært til matematikken.

3.3.3 Introduktionen til faget set med elevøjne

I seks selvevalueringsrapporter har eleverne valgt at fokusere på hvordan de oplevede mødet med fysik i gymnasiet, og på deres erfaringer med en evt. introduktion. Ingen af disse giver udtryk for at have oplevet et egentligt introduktionsforløb, men der er forskel på elevernes vurdering af om det første møde har været en god eller dårlig oplevelse. I fire ud af de seks selvevalueringsrapporter efterlyser eleverne en introduktion af faget i begyndelsen af 1.g. I en af rapporterne udtrykkes det sådan:

"En bedre introduktion til faget ville være ønskværdig. Det er en god idé, at eleverne bliver indforstået med, hvad der står i bekendtgørelsen, da de så får en bedre forståelse af, hvad fysik indebærer, og hvad man forventer af dem. Denne information bør dog ikke tilegnes ved højtlæsning af bekendtgørelsen, som det oftest foregår, da dette er alt for tørt og kedeligt til, at man forstår meningen med det".

De øvrige selvevalueringsrapporter har følgende forslag:

- Gymnasiets fysiklærere skal bruge den første måneds tid på at opsummere de grundlæggende ting i fysik.
- Lærerne burde fra starten sørge for at nye 1.g'ere er bevidste om forskellen mellem folkeskolen og gymnasiets fysikundervisning.
- Et samarbejde med folkeskolen ville styrke eleverne i overgangen.
- Igennem mindre forløb i folkeskolen svarende til gymnasieniveau kunne eleverne få indblik i hvordan fysikundervisningen forløber i gymnasiet.

De sidste to forslag der handler om dialog og samarbejde mellem grundskolen og gymnasiet, er et ønske der deles af mange elever.

I den ene af de to sidste selvevalueringsrapporter fortæller eleverne om et uproblematisk møde idet lærerne her ikke havde anden forventning end "sans for fysik". I den anden fortæller eleverne også om gode erfaringer:

"Det er endnu ikke kedeligt og eleverne er endnu ikke ukoncentrerede som i fysik/kemi i folkeskolen, fordi læreren går op i undervisningen og gør det forståeligt for alle, da han/hun har et langt større engagement"(1.g'ere).

På enkelte af besøgene blev spørgsmålet om introduktion også diskuteret. Nogle elever fortalte at de syntes at deres fysikbog havde en rigtig god introduktion, mens eleverne på en anden skole havde et forslag til en introduktion til faget. Ifølge eleverne burde man bruge de første to-tre timer

til at bevæge sig uden for skolen hvor fysiklæreren så kunne vise alt dét der har noget med fysik at gøre.

3.4 Elevernes generelle holdning til fysik i gymnasiet

Dette afsnit indeholder en beskrivelse af elevernes generelle holdning til fysikfaget i gymnasiet. I spørgeskemaundersøgelsen er eleverne blevet bedt om at angive i hvor høj grad de kan lide faget.

Tabel 2.3 Fagets popularitet 2.3 (Angivet i %)

	I høj grad	I nogen grad	I begrænset grad	Slet ikke	Ved ikke
Dreng	19	42	30	9	1
Pige	12	43	34	11	1

Kilde: PLS-undersøgelse

Lidt over halvdelen af eleverne kan lide faget fysik i gymnasiet – lidt flere drenge end piger. En nærmere analyse af elevernes svar viser at der sker en udvikling fra 1.g til 2.g. Lidt færre elever i 2.g svarer at de i høj eller nogen grad kan lide faget. Desuden er der et større fald i interessen for faget bland pigerne end blandt drengene. Eleverne er også blevet spurgt om i hvor høj grad de oplever faget som hhv. spændende eller svært.

Tabel 2.4 Oplevelsen af fysik i gymnasiet (Angivet i %)

	I høj grad	I nogen grad	I begrænset grad	Slet ikke	Ved ikke
Spændende	14	44	33	9	1
Svært	17	53	28	2	0

Kilde: PLS-undersøgelse

Elevernes svar på om faget er spændende, fordeler sig på næsten samme måde som deres svar på om de kan lide faget; lidt over halvdelen af eleverne synes at fysik i høj eller nogen grad er spændende. Lidt flere elever synes at faget i høj eller nogen grad er svært.

3.5 Sammenfatning

De fleste elever kommer til gymnasiet med positive erfaringer fra fysik/kemi i grundskolen. Men eleverne oplever at møde et næsten nyt fag når de får fysik i gymnasiet. Det nye handler især om at fysik er et selvstændigt fag, at der er større fokus på teori og om skriftligheden i faget, herunder fysikrapporterne. Samtidig giver en del af eleverne udtryk for at fysik er blevet mere spændende fordi man behandler emnerne i dybden, og flere elever finder faget svært i gymnasiet sammenlignet med grundskolen.

Eleverne oplever selv at de kommer med meget forskellige forudsætninger fra grundskolen, men de har forskellige vurderinger af om det er et problem. Eleverne vurderer selv at det største problem er at det kun er meget få der har prøvet at skrive en rapport i fysik/kemi i grundskolen. Hverken som skolepolitik eller blandt fysiklærerne er der en udpræget systematisk praksis i forhold til at undersøge elevernes forudsætninger ved gymnasiestarten. Oftest er undersøgelsen begrænset til en dialog med eleverne i begyndelse af 1.g eller i forbindelse med et nyt emne. Fysiklærernes generelle holdning er at det ikke kan betale sig at undersøge det nærmere fordi forudsætningerne alligevel er så spredte. I forhold til elevernes indgangsforudsætninger vurderer mange lærere og en del elever at elevernes elementære matematikfærdigheder er så ringe at det er et problem for undervisningen i fysik.

Der er ikke ret mange fysiklærere der laver en egentlig længerevarende introduktion til faget. Mange lærere finder at den bedste introduktion er at komme hurtigt i gang med undervisningen. Eleverne giver generelt heller ikke udtryk for at have oplevet en introduktion, men det efterspørges af mange elever.

3.6 Konklusion og anbefalinger

Det er evalueringsgruppens opfattelse at mange elever bruger en del tid på at finde ud af hvad fysikfaget egentlig er for en størrelse når de starter i gymnasiet. De fleste elever vil generelt opleve gymnasiestarten som mødet med en ny verden som det tager tid at tilpasse sig. Men faget fysik *er* både i afgrænsning og arbejdsform faktisk et nyt fag sammenlignet med mange andre fag i gymnasiets fagrække. Eleverne oplever især at den kvantitative bearbejdning og beskrivelse af bl.a. eksperimentelle data er en ny side af faget. I den forbindelse peger eleverne selv på forskellige ting som de mener kunne have hjulpet dem, fx at det ville være godt at have prøvet at skrive en rapport i fysik/kemi i grundskolen. Evalueringsgruppen deler elevernes vurdering af at det er væsentligt for et naturvidenskabeligt og eksperimentelt fag som fysik/kemi at man prøver at lave forskellige kvantitative bearbejdninger af forsøgsresultater.

Det er evalueringsgruppens opfattelse at fysiklærerne generelt føler og udviser omsorg for elevernes matematikforudsætninger ved gymnasiestarten. Og når fysiklærerne så massivt melder ud at der er problemer med elevernes indgangsniveau i regning/matematik, vækker det selvfølgelig bekymring. Imidlertid er det vores opfattelse at evalueringens dokumentationsmateriale ikke giver et tilstrækkeligt grundlag for at afgøre hvad problemet mere præcist består i.

Det er evalueringsgruppens indtryk at fysiklærerne generelt gør sig overvejelser om hvilket fagligt indhold det er bedst at starte med i fysikundervisningen. Men I betragtning af at så mange elever

giver udtryk for at fysik er et næsten helt nyt fag, så virker det ikke hensigtsmæssigt at lærerne generelt bruger så lidt tid på en egentlig introduktion af faget og de grundlæggende faglige bestræbelser. Både lærere og elever oplever at det særligt er de kvantitative beskrivelses- og forklaringsmodeller der giver problemer i starten. Eleverne skal pludselig beskæftige sig med modeller, begreber, formler og beregninger i en formaliseret og abstrakt form. Denne side af faget er samtidig en meget væsentlig del af fagets identitet ifølge både bekendtgørelsen og fysiklærerne. Der er altså et stort gab mellem elevernes erfaringer med faget og fagets indhold i gymnasiet. Det er evalueringsgruppens opfattelse at både eleverne og den efterfølgende undervisning kunne have stort udbytte af at det i højere grad blev italesat hvad fysik egentlig er for et fag, og hvad de væsentligste forskelle er i forhold til grundskolen.

Anbefalinger

Evalueringsgruppen anbefaler at eleverne i grundskolen prøver at efterbehandle eksperimenter i skriftlig form, dvs. at eleverne i højere grad end nu får erfaring med at skrive en fysik/kemirapport der indeholder forskellige kvantitative bearbejdninger af eksperimentelle resultater.

Evalueringsgruppen anbefaler at fagkonsulenten for fysik og fagkonsulenten for matematik i gymnasiet i fællesskab evaluerer og vurderer Faghæfte 12: "Klare Mål Matematik" i forhold til de regne- og matematikkompetencer som gymnasiets fysiklærere beskriver som ønskelige og nødvendige. Faghæftet der netop er udarbejdet, indeholder vejledende mål og delmål for grundskolens matematikundervisning.

Evalueringsgruppen anbefaler at der på den enkelte skole laves en koordineret plan for introduktion af matematik og fysik i et samarbejde mellem fysik- og matematiklærere og skoleledelsen.

Evalueringsgruppen anbefaler at fysiklærerne, evt. som et samarbejde i faggruppen, udvikler og gennemfører et introduktionsforløb der kan hjælpe til hurtigt at give fysik identitet som fag. Denne identitet skal stå i forhold til de mål og delmål (kernestof, perspektiver, eksperimentelt arbejde og formidling) der er opstillet for faget i bekendtgørelsen.

Evalueringsgruppen anbefaler at den faglige forening, Fysiklærerforeningen, indgår aktivt i arbejdet med at udvikle et introduktionsforløb ved at udforme et idé-katalog over hvad et sådant kunne indeholde.

4 Kernestof

Dette kapitel handler om lærernes vurdering af det ene delområde i faget - kernestoffets betydning for elevernes fysikforståelse, og om elevernes holdning til kernestoffet. Dokumentationen til kapitlet består af læreres og elevers selvevalueringsrapporter og af samtalerne på besøgene.

Bekendtgørelsens beskrivelse af kernestoffet
Kernestoffet i fysik er defineret dels som en viden eleverne skal tilegne sig inden for en række emner, og dels som en række færdigheder eleverne skal opnå. Emnerne er: varmelære, elektriske kredsløb, bølger, atom- og kernefysik og mekanik. Under de enkelte emner er der en kort beskrivelse af de begreber, formler og love der skal gennemgås i forbindelse med emnet. I forbindelse med gennemgangen af emnerne skal eleverne kunne følgende:

- definere, beskrive og anvende fysiske begreber og størrelser
- anvende og omregne enheder
- udnytte teoretiske sammenhænge til at beregne fysiske størrelser
- anvende matematiske modeller til bestemmelse af fysiske størrelser og sammenhænge
- foretage en simple vurdering af et resultats nøjagtighed
- analysere enkle problemstillinger med et fysisk indhold
- anvende teorier og modeller i tilknytning til kendte og nye problemstillinger
- i simple tilfælde kunne analysere og vurdere modeller.

4.1 Kernestoffet – som det beskrives af fysiklærere

Fysiklærerne er i spørgeguiden blevet bedt om at vurdere hvilken fysikforståelse eleverne får gennem arbejdet med kernestoffet. Spørgsmålet har altså ikke drejet sig om hvordan der konkret bliver undervist i kernestoffet, men om hvilken forståelse af fysikken undervisningen sigter mod. Af samme grund er der ikke ret mange af lærernes selvevalueringsrapporter der indeholder beskrivelser af det praktiske arbejde med kernestoffet. Men fysiklærernes svar på spørgsmålet afspejler deres syn på kernestoffets funktion og dermed de forskellige måder bekendtgørelsen fortolkes på. I en del selvevalueringsrapporter bliver der givet udtryk for at det ikke er hverken

muligt eller hensigtsmæssigt at opdele og adskille forskellige fysikforståelser i relation til de enkelte delområder. Som fx på denne måde:

"Vi har svært ved at opdele, hvordan arbejdet med kernestof, perspektiver og eksperimentelt arbejde skaber fysikforståelse for eleverne. Dette hænger sammen med, at vi har svært ved at forestille os, at man i dag kunne gennemføre en fysikskemablok, hvor ikke mindst to af disse ville indgå. Derved er de tre dele integreret i undervisningen, selvom der i nogle forløb er en overvægt af én ting".

I hovedparten af selvevalueringsrapporterne har fysiklærerne dog godt kunnet beskrive fysikforståelse i relation til det enkelte delområder. Deres beskrivelser gengives i det følgende.

Et skelet af faglig viden
I de fleste af selvevalueringsrapporterne er det først og fremmest kernestoffets helt centrale rolle der fremhæves. "Kernestoffet er grundlaget for alt arbejde med faget (…) et skelet af faglig viden". Der bliver ofte brugt vendinger som "faktuel viden og elementære færdigheder" og "kendskab til fysiske begreber og teorier" i tilknytning til kernestoffet. Det beskrives lidt mere uddybende på bl.a. denne måde: "Arbejdet med kernestoffet giver i første række eleverne en faglig viden og faglige færdigheder. Dvs. kendskab til de fysiske størrelser og deres sammenhæng, herunder løsning af simple øvelser og opgaver relateret til kernestoffet".

Modelbegrebet
Flere selvevalueringsrapporter fremhæver også dét at arbejde med modeller som et meget centralt aspekt ved kernestoffet. "Eleverne lærer at benytte simple matematiske modeller til beskrivelse af fysiske sammenhænge og processer. Lærer at de fysiske love (og modeller) kan bruges til at beskrive omverdenen ".

Introduktion af nye begreber
Det ser ud til at kernestoffet som regel er udgangspunktet for nye begreber i undervisningen: "Vi vil ofte introducere nye fysikbegreber i forbindelse med kernestoffet". Der er kun en enkelt selvevalueringsrapport der giver udtryk for indimellem at lade nye begreber med mere komme på banen i forbindelse med det eksperimentelle arbejde eller i forbindelse med perspektiverne.

Faglig systematik
I en del selvevalueringsrapporter kommer det synspunkt til udtryk at undervisningen i kernestoffet er en systematisk tilgang til faget: "I behandlingen af kernestoffet lægges vægten på en forholdsvis systematisk og sammenhængende forståelse af fysik som et fag med en egen metodik (fysik som videnskabsfag!)…" I en anden rapport vurderes det på denne måde: "Hvis

fysikundervisningen udelukkende var baseret på kernestoffet, ville eleverne få en gammeldags, systematisk, traditionel og formelpræget undervisning".

Emnerne
I bekendtgørelsen er der ikke nogen krav om hvor meget de enkelte emner skal fylde i forhold til hinanden, eller hvordan de skal behandles. Fysiklærerne forholder sig ikke i særlig høj grad til de specifikke emner i deres selvevalueringsrapporter. Forholdet mellem de enkelte emner og de færdigheder eleverne skal udvikle i forbindelse med disse, er stort set ikke belyst i dokumentationen. På en del af skolebesøgene blev omfanget af emner og vægtningen af de enkelte emner diskuteret. En klar tendens i lærernes udsagn var at emnerne vægtes ligeligt, og at det især er fysikbogens disponering af stoffet der styrer undervisningen.

4.2 Elevernes opfattelse af kernestoffet

Dette afsnit handler om hvordan eleverne opfatter kernestoffet. Dokumentationen til afsnittet består af selvevalueringsrapporterne og spørgeskemaundersøgelsen.

I spørgeskemaundersøgelserne er eleverne blevet spurgt om deres interesse for forskellige aspekter af fysikundervisningen. Ordet "kernestof" er heller ikke brugt i spørgeskemaet da det ikke er sikkert at det ville give mening for eleverne. I stedet er der brugt en række formuleringer der ligger op ad bekendtgørelsens beskrivelse af kernestoffet.

Tabel 3.1 Interesse for forskellige aspekter af fysikundervisningen (Opdelt på køn og angivet i %)

	Køn	Stor interesse	En vis interesse	Begrænset interesse	Ingen interesse	Ved ikke
Beregning af fysiske størrelser ved hjælp af formler og teorier	Dreng	17	44	30	9	0
	Pige	16	51	27	6	0
Fysikkens "grundlove" og forklaringer af fænomener	Dreng	26	44	24	5	0
	Pige	16	43	34	6	1
At lære at formulere fysiske problemstillinger	Dreng	14	36	34	13	3
	Pige	15	34	36	11	5

Kilde: PLS-rapport

Godt og vel to tredjedele af eleverne kan lide at arbejde med beregning af de fysiske størrelser og med fysikkens "grundlove", mens det kun er ca. halvdelen der har stor eller en vis interesse for at lære at formulere fysiske problemstillinger. Det eneste sted hvor der er forskel på drenges og

pigers interesser, er i forhold til beregning af de fysiske størrelser. Pigerne har en noget større interesse for denne del af faget end drengene.

Arbejdet med teori – ifølge selvevalueringsrapporterne
Eleverne bruger ikke i deres selvevalueringsrapporter ordet "kernestof", men de forholder sig til hvordan der arbejdes med det teoretiske stof som begreber, formler og modeller. Og de forholder sig også i høj grad til hvilke emner der indgår i undervisningen. En elevrapport har følgende positive holdning til arbejdet med teori: "Teorien er en vigtig bestanddel af fysikken (…) Det er her man får indsigt i omverdenen, så man kan forstå og forklare fænomener, der forekommer i naturen". Og i en anden selvevalueringsrapport:

"Det, der er så spændende ved faget er, at man næsten har en formel for alt i hele verden. Det er spændende at arbejde med matematiske udtryk for fysikken. Ofte kan man nemlig kun på den måde finde årsager til fysiske fænomener (…) Hvis man er selv er i stand til eller bliver hjulpet til at udlede formler, er det ofte en hurra-oplevelse, hvis det lykkes, da dette tit er den del af fysikken, som er mest abstrakt og dermed sværest at forestille sig".

Imidlertid er det ofte også i forbindelse med arbejdet med begreber og formler at undervisningen får den hårdeste kritik i elevernes selvevalueringsrapporter: "At der er mange fremmedord og formler/symboler i fysik, kan der naturligvis ikke laves om på, men læreren forklarer ikke formlerne tilstrækkeligt til, at alle kan forstå dem". Og:

"Formidlingen af fysikbegreber er ofte mangelfuld. Det gør fysikken mere abstrakt, hvis man ikke er klar over hvad der er naturkonstanter, egenskaber ved et stof eller definitioner. Formler skal følges af en kvalitativ forklaring, da pædagogiske billeder kan være nemmere at forstå end en formel sort på hvidt".

I selvevalueringsrapporterne bekræftes billedet fra spørgeskemaundersøgelsen - eleverne ser arbejdet med det teoretiske beskrivelsesapparat som en spændende og central del af fysikundervisningen. Men de peger også på at det har en meget afgørende betydning hvordan dette formidles.

Formidling af teori – ifølge spørgeskemaundersøgelsen
Spørgsmålet om hvordan der konkret arbejdes med begreber og formler, er også blevet belyst i spørgeskemaundersøgelsen. Her er eleverne blevet spurgt om hvordan de oplever fysikundervisningen. Ca. halvdelen af eleverne mener at der i for begrænset omfang er *diskussioner i klassen af vanskelige begreber og fysikproblemer,* og godt to tredjedele mener at der i for begrænset omfang er *gruppediskussioner af vanskelige begreber og fysikproblemer.*

Emnekredsen

Emnekredsen i fysik er noget som eleverne generelt går meget op i. Først og fremmest har de mange forskellige meninger om hvad der er hhv. det mest spændende og det mest kedelige, men der er ikke nogen tvivl om at det emne der arbejdes med, har stor betydning. Det understreges i en elevrapport på denne måde: "Interessen for fysik afhænger for os elever i høj grad af, hvilke emner vi behandler". Som sagt er det svært at sige noget endeligt om hvilke emner der ligger højst på elevernes hitliste, men når man sammenfatter elevernes selvevalueringsrapporter, er der er en række klare parametre for hvad der gør et emne godt og interessant. Det har betydning for eleverne

- at de kender emnet fra grundskolen så det kan behandles dybere
- at de let kan se en sammenhæng mellem teori og praksis
- at de får forklaringer på fænomener de kender fra deres dagligdag
- at emnet er aktuelt og virker relevant
- at de kan anvende og afprøve deres matematiske viden
- at der er et erkendelsesteoretisk perspektiv indlagt
- at de kan opleve noget i relation til emnet og ikke bare læse om det
- at behandlingen af emnet kan tilpasses den enkelte elevs niveau
- at der er mulighed for tværfaglighed
- at læreren har engagement og formidlingsevner
- at de har indflydelse på valget af emner.

Skal man sammenfatte dette yderligere, er det tydeligt at eleverne lægger vægt på at der bygges videre på deres viden, at der arbejdes i dybden med emnerne, at emnerne får perspektiv, at der kan arbejdes på flere niveauer, og at de har indflydelse på emnevalget.

Aktuelle emner

I elevernes vurderinger af de emner der arbejdes med, spiller ønsket om flere aktuelle emner en stor rolle. Det udtrykkes både i selvevalueringsrapporterne, og det blev diskuteret i mange af samtalerne på skolebesøgene. Fx blev der på et besøg givet udtryk for at det ville være rart hvis man engang imellem kunne inddrage fysikemner uden formler. Og at det i den forbindelse "kunne være interessant at høre noget mere om det her med at man kan stoppe lyset". Elevernes ønske om større aktualitet, og dét at man godt kan arbejde med et emne på andre måder, følges ofte op af betragtninger over at det selvfølgelig ikke skal være sådan hele tiden.

4.3 Sammenfatning

Det er tydeligt at både lærere og elever ser det som en meget væsentlig del af faget at arbejde teoretisk med de kvantitative beskrivelses- og forklaringsmodeller. Men eleverne lægger meget vægt på at selve formidlingen af teori og begreber er væsentlig for både deres forståelse og deres interesse. Eleverne angiver også at det er vigtigt at de får anledning til at bruges deres almindelige dagligsprog når de arbejder teoretisk med fysikken. Fx ønsker de at der i højere grad er mulighed for at diskutere begreber og teorier i grupper. Lærerne har ikke i deres selvevalueringsrapporter forholdt sig til spørgsmålet om hvordan teorien bedst formidles til eleverne, men ud fra elevernes beskrivelse foregår undervisningen i teori primært i teoriens eget sprog.

Lærerne har ikke forholdt sig særlig meget til emnekredsen i faget, men for eleverne er det meget betydningsfuldt at de oplever at arbejde med nogle emner der interesserer dem. Eleverne er især optaget af mulighederne for at få mere aktuelle emner ind i undervisningen, og deres egen vurdering er at det burde kunne lade sig gøre.

4.4 Konklusion og anbefalinger

Det er evalueringsgruppen opfattelse at kernestoffet har en meget central placering i undervisningen – hvad ordet kernestof også i sig selv angiver. Det er tydeligt at fysiklærernes ser kernestoffet som det område i faget hvor eleverne skal tilegne sig hele det faglige beskrivelses- og analyseapparat. Det er i forbindelse med kernestoffet at eleverne skal få en forståelse af fysikkens sprog. I forlængelse af dette er det tydeligt at fysiklærerne føler sig meget forpligtede på at give eleverne de bedst mulige kompetencer inden for kernestoffet.

Fysiklærernes forståelse af kernestoffet afspejler i høj grad bekendtgørelsens beskrivelse. Imidlertid ser det ud til at en del af fysiklærerne sætter lighedstegn mellem kernestoffet og et systematisk undervisningsprincip hvilket bekendtgørelsen ikke nødvendigvis lægger op til. Når man sammenholder det med elevernes beskrivelse og vurdering af kernestoffet, så tyder det på at undervisning i kernestoffet ofte er en undervisning der i høj grad er koncentreret om fagets egen logik og måde at beskrive og forklare verden på. Eleverne har et dobbelt forhold til den logik og det begrebsapparat. På den ene side er det netop det der kan gøre faget så tungt, svært at forstå og svært at se relevansen af. På den anden side er en stor del af eleverne meget bevidste om at netop begrebsapparatet er indgangen til den forklaring af omverdenen/naturen som de også synes er det spændende ved faget. Og som de ofte finder det udfordrende at arbejde med. Det er evalueringsgruppens vurdering at undervisningen i højere grad bør tage hensyn til elevernes behov for også at kunne bruge deres dagligsprog i en fysikfaglig sammenhæng. Det bør ske både af hensyn til elevernes læring og af hensyn til elevernes oplevelse af at fysik er noget man også kan tale med andre om.

Evalueringsgruppen finder det uhensigtsmæssigt hvis emnerne behandles med lige stor vægt og med samme faglige tilgang. Det er ikke et krav i bekendtgørelsen, og det kan betyde at tiden bliver urimeligt presset. Mange elever oplever tydeligvis også at der er en stoftrængsel der gør det umuligt at inddrage fx mere aktuelle emner. Hvis man tager elevernes ønsker om fx fordybelse, aktualitet, indflydelse og differentiering, kan de sagtens tilgodeses inden for bekendtgørelsens rammer. Man kan have forskellige typer af faglige mål for forskellige emner. Fx emner hvis mål det er at komme langt ind i det matematiske beskrivelsesapparat, aktualitetsemner som ikke behandles med samme matematiske dybde, men hvor målet er at give eleverne en forståelse af fysik her og nu, emner med mulighed for differentiering hvor eleverne selv kan vælge vinklen og sværhedsgraden.

Anbefalinger

Evalueringsgruppen anbefaler at fysiklærerne udvikler undervisningen i kernestoffet så den bliver mere varieret så eleverne får lejlighed til i højere grad at bruge dagligsproget parallelt med fagsproget. Det sker ud fra en betragtning om hvad den sproglige udfoldelse generelt betyder for begrebsdannelsen og følelsen af fortrolighed med stoffet. Som en vigtig del af dette kan introduktion af nye begreber ofte gøres kvalitativt.

Evalueringsgruppen anbefaler at fysiklærerne i højere grad definerer og arbejder dels med emner der behandles i bredden, og dels med emner der behandles i dybden. Det vil sige at der i højere grad end det nu er tilfældet, skal arbejdes med forskellige typer af faglige mål.

Som støtte til ovenstående ser evalueringsgruppen positivt på de initiativer ministeriet har iværksat med henblik på at initiere og støtte udviklingsarbejder i fysik. Der er stort behov for udviklingsarbejder der beskriver hvordan emner kan behandles forskelligt ud fra forskellige sæt af faglige mål og i forhold til bredde og dybde.

5 Perspektiver

Dette kapitel handler om læreres og elevers beskrivelse af perspektiverne i undervisningen og om lærernes vurdering af perspektivernes betydning for elvernes fysikforståelse. Dokumentationen består af læreres og elevers selvevalueringsrapporter og af besøgssamtalerne.

Perspektiverne ifølge bekendtgørelsen
Perspektiverne i fysikfaget beskrives i fagbilaget på følgende måde:

- anvendelse af fysikkens resultater og metoder inden for teknik.
- anvendelse af fysik inden for mindst ét af områderne astrofysik, biofysik eller geofysik.
- elementer af fysikkens verdensbillede og indsigt i hvordan fysikkens beskrivelse af fænomener i naturen bidrager til en dybere forståelse af omverdenen.
- elementer af fysikkens historie og indblik i hvordan fremskridt inden for fysikken ofte er nært forbundet med den erkendelsesmæssige, samfundsmæssige og tekniske udvikling.

Eksamenskravene i forbindelse med perspektiverne er at "mindst to af de opgivne emner skal indeholde væsentlige elementer fra undervisningsforløb, hvor det har været et hovedsigte at tilgodese de perspektiverende mål".

5.1 Fysiklærernes beskrivelse af perspektiverne

Generelt er perspektivernes vægt og konkrete udformning i undervisningen ikke særligt godt belyst i lærernes del af dokumentationen. En stor del af lærernes selvevalueringsrapporter gentager i store træk bekendtgørelsens beskrivelse af perspektiverne, mens en mindre del eksplicit bare henviser til den.

I de forholdsvis få rapporter hvor lærerne udtrykker en vurdering af perspektivernes funktion, er det disse elementer der fremhæves:

- Det er vigtigt at eleverne får en forståelse af de almindeligste maskiner i husholdningen
- De skal give eleverne en forståelse af at fysik også har en forbindelse til hverdagen
- Perspektiverne understøtter elevernes sociologiske forståelse

- De skal vise fysik som en videnskab i stadig udvikling hvor teoriernes egnethed og værdigrundlag hele tiden vurderes.

Hvor meget og hvordan inddrages perspektiverne?
Der er kun ganske få udsagn i selvevalueringsrapporterne der handler om hvor meget perspektiverne fylder i den daglige undervisning, og på hvilken måde de inddrages. Rent faktisk sker det kun i to selvevalueringsrapporter, og de siger følgende:

"På [skole] lægger vi vægt på at sætte fysikken i forhold til elevernes hverdag, og det er ikke svært. Det er fx faktisk svært at finde områder af fysikken i gymnasiet, der ikke nemt sættes i relation til omverdenen. Det kan være på det teoretiske plan: fx begrebet nyttevirkning, dvs. at optimere en fysisk proces til det fysisk maksimale. Dette begreb knytter sig til mange processer i samfundet bl.a. kraftvarmeværker. Det kan også være på det praktiske plan: forskel i nyttevirkning ved opvarmning af vand med mikrobølgeovn, dyppekoger eller varmeplade; skille en kaffemaskine ad, solfanger – med og uden isolering. Varmepumpe med snak om køleskabe (…) Erfaringen viser, at eleverne også gerne hører om fysikkens bidrag til videnskabsfilosofier, som fx verdens skabelse, og universets udvikling, samt om fysikken som baggrund for videnskabsfilosofi".

"Hvad angår perspektiverne, er fysikkens verdensbillede og de mere "filosofiske" sider af faget på banen hver time, ofte på grundlag af spørgsmål og kommentarer fra eleverne. De øvrige perspektiver – den historiske udvikling fx – behandles i forbindelse med de emner, der studeres. Eksempelvis atomteoriens udvikling gennem tiderne".

Lidt flere rapporter peger på at perspektiverne kommer ind, fx ved at eleverne kommer og spørger om noget de har læst i avisen, eller at læreren selv tager et udklip med der kan give et aktuelt eksempel på noget inden for fysikken.

Aktuelle emner
Det er svært ud fra selvevalueringsrapporterne alene at få et indtryk af vægtningen af perspektiverne i undervisningen. I samtalerne på skolebesøgene var det især perspektiver i form af aktuelle emner der var på dagsordenen. Her tegnede sig et billede af at der er utrolig stor forskel på hvor meget perspektiverne fylder i undervisningen. Nogle lærere er med deres klasser involveret i projekter om meget aktuelle emner der indebærer samarbejde af forskellig slags uden for skolen. Og her får perspektiverne meget vægt. Der er dog tale om en forholdsvis lille del af lærerne. Der var langt flere lærere der gav udtryk for at det er svært at inddrage perspektiverne på en ordentlig måde i undervisningen. Det blev ofte sagt at der måske nok er tid til kort at fortælle om et eller andet aktuelt, men at lige så snart man skal honorere egentlige fysikfaglige krav i forhold til emner med aktuel relevans, så bliver det et stort problem. Der blev også givet udtryk for at de aktuelle

emner ofte kommer på tværs af dét man lige er i gang med, og at det derfor højst kan blive til fem minutters snak.

I selvevalueringsrapporterne bliver der en del gange henvist til bekendtgørelsen som problemet. Pga. mængden af kernestof og eksperimentelt arbejde er det: "Vanskeligt at indfri bekendtgørelsens ambitioner mht. fysikkens sammenhæng med teknologi, kultur og samfundsudvikling". Dette synspunkt blev imidlertid uddybet og nuanceret på en del af skolebesøgene. Her blev det tydeligt at en del lærere egentlig ikke ser bekendtgørelsen i sig selv som problemet, men at de er bekymrede for hvilke konsekvenser det kan få for eleverne til eksamen hvis perspektiverne får mere vægt. I bekendtgørelsen er det som nævnt et eksplicit krav i forhold til eksamensopgivelserne at: "mindst to af de opgivne emner skal indeholde væsentlige elementer fra undervisningsforløb, hvor det har været et hovedsigte at tilgodese de perspektiverende mål". Men flere lærere har udtrykt at det er et problem at tage emner op i undervisningen der ikke indeholder et vist antal formler fordi eleven vil blive straffet når emnet skal bruges til eksamen. Der blev bl.a. givet eksempel på en elev der fik syv fordi der kun kom én formel op på tavlen i løbet af eksaminationen. Der er også mange andre udsagn fra lærerne der synliggør at lærerne synes at fagligheden i forbindelse med perspektiverne er meget lille.

"Eleverne synes at det historiske aspekt er meget interessant, men problemet er at det faglige udbytte ved disse aspekter og diskussioner er meget begrænset. Emnerne kan godt inddrages, men uden særlig vægt da det enten er for kompliceret at sige noget om dem, eller også kan de kun formidles via Illustreret Videnskab".

"At se fysik anvendt i samfundet og møde rollemodeller er vigtigt, men det giver ikke et særligt stort fagligt udbytte".

"Virksomhedsbesøg vil virke afskrækkende på eleverne; de ville ikke kunne se sammenhængen til skolefaget. De ville bare se det som en fridag".

5.2 Elevernes interesse for perspektiverne

I spørgeskemaundersøgelsen er eleverne blevet bedt om at angive deres interesse for forskellige sider af fysikundervisningen. En række af svarmulighederne angår fagets perspektiver: (Spørgsmålene er forkortede)

Tabel 4.1 Interessen for forskellige aspekter ved fysikfaget (Opdelt på drenge og piger og angivet i %)

		Stor	En vis	Begrænset	Ingen	Ved ikke
Tekniske anvendelser af fysik	Dreng	37	34	19	8	2
	Pige	9	28	42	18	3
De menneskelige aspekter ved fysik	Dreng	23	44	25	5	3
	Pige	25	42	23	5	5
Fysiske opdagelsers sammenhæng med teknologisk udvikling	Dreng	31	40	22	5	2
	Pige	11	39	38	9	3
Diskussion af forskellige emner	Dreng	43	38	16	3	1
	Pige	32	39	22	6	1
De perspektiverende diskussioner	Dreng	17	38	30	6	9
	Pige	18	37	26	5	14

Kilde: PLS-rapport

Eleverne er mest interesserede i at diskutere forskellige emner og i de menneskelige aspekter ved fysikfaget. Mindst interesse har de for tekniske anvendelser af fysik og for fysikkens sammenhæng med teknologisk udvikling. Men svarene afspejler også at eleverne generelt er interesserede i fagets perspektiver. Gennemsnitligt har to tredjedele af eleverne enten en vis eller stor interesse for de forskellige mulige perspektiver.

Der er et par markante forskelle på drenges og pigers interesse for de forskellige perspektiver. Pigerne er meget mindre interesserede i tekniske anvendelser og teknologisk udvikling end drengene. Drengene er lidt mere interesserede end pigerne i diskussion af forskellige emner.

Fysik i en større sammenhæng

I elevernes selvevalueringsrapporter er der generelt en masse udsagn der handler om undervisningens perspektiver, men de bruger ikke så ofte selve ordet "perspektiver". Det er derimod karakteristisk at de i udstrakt grad fokuserer på begreberne "sammenhæng", "forbindelse" og "formål". Begreber som også handler om hvordan fysikundervisningen i elevernes øjne skal have forbindelseslinjer ud i verden, og at arbejdet med detaljer og dele skal forløses i større sammenhænge. I fortællingerne om det gode ved fysikfaget fremhæves det ofte som et meget stort plus når undervisningen åbner for forskellige typer af sammenhænge, mens eleverne i mange af de negative fortællinger efterspørger at der i højere grad bliver arbejdet med sådanne sammenhænge. "Fysik er dårligt, når den overordnede forståelse drukner i detaljer. Når fx en detalje i en udregning kommer til at fylde så meget, at man glemmer, hvor den passer ind i den større sammenhæng".

Forbindelser til hverdagen
Den forbindelse eller sammenhæng som eleverne oftest peger på som noget meget vigtigt, er forbindelsen til hverdagen. Det er ikke helt entydigt hvad der ligger i dette begreb "hverdagen", men ud fra elevernes konkrete eksempler er det et temmelig bredt begreb der dækker meget andet end fx husholdningsmaskiner som ofte er det lærerne trækker frem. "Noget af det vigtigste ved faget er at tingene bliver relateret til hverdagen. (…) at man har mulighed for at tage på ekskursioner hvor man kan se hvordan fysik bliver brugt i praksis".

Eleverne har en række bud på hvordan undervisningen kan skabe sammenhæng til verden uden for klasselokalet. Særligt to ting fremhæves af eleverne som mulige måder at perspektivere faget på: Tværfaglighed og ekskursioner. Om tværfaglighed siger eleverne bl.a.: "Det kan give et psykisk løft at indse en sammenhæng i fysik ud fra ens viden i et andet fag". Og om ekskursioner udtrykker de sig bl.a. sådan: "Det at se et system køre i praksis overstiger enhver form for teoretisk gennemgang af de almindelige lektier. Hvis man kan henvise til noget man har lært på en ekskursion, giver det én følelsen af at man har lært noget".

De fleste elever har en klar opfattelse af at det sagtens kan lade sig gøre at inddrage de aktuelle emner i undervisningen. Faktisk har mange elever en meget positiv holdning til fysikfagets muligheder for at skabe forbindelse til verden uden for skolen. På mange skolebesøg fremhævede eleverne at fysik sammenlignet med mange andre fag i gymnasiet *har* noget med den omkringliggende virkelighed at gøre. Men mange elever giver også udtryk for at dette potentiale ikke udnyttes tilstrækkeligt.

"I undervisningen mangler de relevante og opdaterede informationer, der kan få eleverne til at vågne op. Det, der bliver sagt og skrevet i medierne, kan ofte drages ind i undervisningen, men da læreren er så stramt bundet op på en tidsplan og et forudbestemt pensum, er man nødt til at gemme det aktuelle emne væk. Der bliver gået glip af meget, hvis man fx ikke tager de aktuelle Mars missioner med i undervisningen. En gennemgang af disse problematikker, på et 1.,2. eller 3.g-niveau, ville kunne gøres af læreren eller selvstændigt af eleverne ved hjælp af Internet, aviser og dokumentarprogrammer".

Andre perspektiver
Eleverne er meget optaget af netop de aktuelle perspektiver, men de udtrykker også interesse for andre typer af sammenhænge: "Det er også spændende for eleverne at lære noget om fysikkens opstandelse, for hvis man ikke har den historiske baggrund til et emne, kan det tit være svært at forstå hele sammenhængen". En mindre del af eleverne gav på skolebesøgene udtryk for et ønske om også at bruge mere tid på erkendelsesteoretiske perspektiver.

5.3 Sammenfatning

Dokumentationen giver et billede af en meget forskellig vægtning af perspektiverne i undervisningen; der er stor forskel fra den ene lærer til den anden. I det samlede billede ser det dog ud som om at de ikke fylder så meget. Det hænger bl.a. sammen med at lærerne synes at det er svært at få en egentlig fysikfaglig tyngde i forbindelse med undervisning i perspektiverne. Nogle lærere giver udtryk for at lægge meget vægt på perspektiverne, mens det for en større del af lærerne ser ud til at det er noget der foregår i mere usystematisk form, fx ved at eleverne kommer med noget de har læst i avisen o.l. Samtidig efterspørger eleverne et større perspektiv i fysikundervisning, og de har mange idéer til hvad de kunne tænke sig og en stor tro på at det sagtens kan lade sig gøre. Det er tydeligt at eleverne gerne vil inddrage de dele af faget der omsættes i medierne og i fx erhvervslivet.

5.4 Konklusion og anbefalinger

Ud fra eksamensopgivelserne er det evalueringsgruppens vurdering at fysiklærerne opfylder bekendtgørelsens krav om at mindst to af emnerne skal indeholde elementer fra forløb hvis hovedsigte det har været at tilgodese de perspektiverende mål. Samtidig er det tydeligt at der rundt omkring er nogle meget spændende forløb der lægger stor vægt på fagets perspektiver. Men det er evalueringsgruppens opfattelse at perspektiverne generelt fylder for lidt i forhold til bekendtgørelsens intentioner og særligt i forhold til elevernes oplevelse af at fysik er et fag de kan bruge i deres dagligdag. Det ser ud til at det i høj grad er den faglige tradition i fysikfaget der forhindrer eller virker hæmmende i forhold til at inddrage perspektiverne med den vægt og fylde de fremtræder med i bekendtgørelsen. Lærerne fastholdes i en bestemt faglig tradition hvor det er nogle ganske bestemte ting der regnes som lødigt fysikfagligt indhold. Det skyldes bl.a. fysiklærernes uddannelse og indholdet i lærebøgerne. Det er samtidig oplagt at det ikke er alle lærere der underprioriterer perspektiverne, og en del af lærerne vil gerne lade dem få mere vægt i undervisningen, men de undgår det med henvisning til usikkerhed på elevernes situation til eksamen.

Anbefalinger

Evalueringsgruppen anbefaler at perspektiverne får mere vægt i undervisningen. Samtidig anbefales det at fysiklærerne anerkender at der kan ligge en anden slags faglig tyngde i behandlingen af perspektiverne som er væsentlig for elevernes opfattelse af faget, og som er relevant i fysik som gymnasiefag.

For at understøtte at fagets perspektiver inddrages mere i undervisningen, anbefaler evalueringsgruppen at man ved mundtlig eksamen i højere grad lægger vægt på og positivt bedømmer behandling af forskellige perspektiver.

6 Eksperimentelt arbejde

Dette afsnit handler om det eksperimentelle arbejde i fysikundervisningen. Dokumentationen til afsnittet består af læreres og elevers selvevalueringsrapporter og af samtalerne på besøgene.

Bekendtgørelsens beskrivelse af det eksperimentelle arbejde
I bekendtgørelsens beskrivelse af det eksperimentelle arbejde står der at eleverne skal

- have kendskab til sikkerhed og risikomomenter ved eksperimentelt arbejde
- udvise kendskab til god laboratoriepraksis
- have kendskab til fysiske eksperimenter der illustrerer fænomener og belyser sammenhænge i omverdenen
- kunne anvende almindeligt forekommende måleudstyr, herunder edb-udstyr til elektronisk dataopsamling og dataanalyse
- kunne planlægge, udføre og beskrive fysiske eksperimenter
- kunne kommentere fejlkilder og usikkerhed
- i simple tilfælde kunne vurdere måleresultaters pålidelighed og undersøgelsesmetoders hensigtsmæssighed.

Desuden fremgår det af bekendtgørelsen at "eksperimentelt arbejde i tilknytning til kernestoffet skal have en fremtrædende plads i undervisningen. Fysiske eksperimenters kvantitative natur skal fremhæves. Der skal være progression i det eksperimentelle arbejde, som skal medvirke til at give eleverne faglig og metodisk indsigt og overblik. Det eksperimentelle arbejde, som eleverne selv udfører og efterbehandler i rapporter, skal have et samlet omfang svarende til ca. 30 timer (…) Mindst ét af de længerevarende eksperimentelle forløb skal udformes som et eksperimentelt projekt".

Det eksperimentelle arbejde spiller også en meget væsentlig rolle for eksamen idet bekendtgørelsen siger at: "Rapporter og eksperimentelt arbejde, som eleverne selv har udført i tilknytning til det opgivne teoretiske stof, skal som hovedregel medtages i opgivelserne".

6.1 Det eksperimentelle arbejde i undervisningen

Som det fremgår af ovenstående mål for det eksperimentelle arbejde, så indeholder det en række forskellige aspekter fra at eleverne skal lære en konkret adfærd til at de skal lære metodisk refleksion. I bekendtgørelsen vægtes desuden bl.a. det kvantitative aspekt og den faglige og metodiske indsigt. Den kvantitative tilgang til eksperimenter er en væsentlig forskel fra grundskolens fysik/kemiundervisning, som det også fremgår af afsnittet om overgangen mellem grundskole og gymnasium. Den faglige og metodisk indsigt handler om at eksperimenter dels kan være indgangen til at belyse et fysisk fænomen og dels er en central del af naturvidenskabelig metode.

Ifølge bekendtgørelsen skal der bruges ca. 30 timer på eksperimentelt arbejde der udføres af eleverne. I alt er der 160 undervisningstimer i fysik på obligatorisk niveau, dvs. at elevernes eget eksperimentelle arbejde udgør lige under en femtedel af den samlede undervisningstid. Lærere og elever er relativt frit stillet mht. at vælge hvilke emner det eksperimentelle arbejde skal have forbindelse til, og mht. til selve tilrettelæggelsen af arbejdet. Dog er der kravet om at det eksperimentelle arbejde i tilknytning til kernestoffet skal have en fremtrædende plads.

Ud over det der er fastlagt i bekendtgørelsen, kan der også indgå andre former for eksperimentelt arbejde. Det drejer sig om

- demonstrationsforsøg der udføres af læreren for at illustrere centrale eller interessante fænomener, give oplæg til diskussion i klassen osv. Disse forsøg kan også danne baggrund for opgaver eller andre former for skriftlig bearbejdning.
- mindre forsøg udført af elever som "journalforsøg". Dvs. mere bundne småforsøg der udføres i timerne. Disse forsøg bearbejdes ikke i en stor rapport, men i forskellige notater (en journal) hos eleverne. Der kan også knyttes opgaver til "journalforsøgene".
- små forsøg, fx i den indledende el-lære, eller forsøg med dataloggere. De gennemføres af eleverne individuelt eller i grupper uden at det resulterer i en skriftlig bearbejdning ud over elevernes egne noter.

Som det fremgår af bekendtgørelsen, er der krav om at eleverne også skal lære at anvende edb-udstyr til elektronisk dataopsamling og dataanalyse. Imidlertid vil brugen af IT i fysikundervisningen blive behandlet særskilt i kapitlet "Anvendelse af IT", herunder også en beskrivelse af hvordan IT bruges i forhold til det eksperimentelle arbejde.

6.2 Eksperimentelt arbejde set med lærerøjne

På samme måde som i forbindelse med hhv. kernestof og perspektiver er lærerne i selvevalueringsguiden blevet bedt om at forholde sig til hvilken fysikforståelse eleverne får i forbindelse med det eksperimentelle arbejde. Stort set alle selvevalueringsrapporterne tillægger det eksperimentelle arbejde meget stor betydning. Som det også fremgår af ovenstående afsnit, så er det eksperimentelle arbejde en mangesidet størrelse, og i forlængelse af det er der selvfølgelig også forskel på hvor lærerne har valgt at lægge vægten i deres beskrivelse af den funktion det har. Der er så mange forskellige bud – der supplerer hinanden – at det er mest hensigtsmæssigt at gengive dem i punktform.

- Den praktiske side af det eksperimentelle arbejde
  Her fremhæves det "at eleverne lærer gode arbejdsvaner i laboratoriet, og hvordan man udfører eksperimenter. Desuden lærer de at arbejde med grundlæggende måleredskaber som multimeter, termometer, skydelære o.lign".

- Vurdering og behandling af forsøgsresultater
  Eleverne skal lære "at vurdere betydningen af "forstyrrende" faktorer som fejlkilder og måleusikkerhed". Og eleverne skal lære at bedømme troværdigheden af et resultat og at behandle og vurdere forsøgsresultater ved forskellige grafiske og beregningsmæssige metoder.

- Hvad er et fysisk system?
  "Naturvidenskabelig metode og tankegang – herunder fysisk system og idealisering vil altid være en central del af behandlingen". Og eleverne skal desuden lære at foretage en kvalitativ bedømmelse af "hvilke parametre der er væsentlige og hvilke der uvæsentlige; hvad er system og hvad er omgivelser?".

- Samspillet mellem teori og eksperiment
  "Det eksperimentelle arbejde skal i første omgang underbygge teorien. Det er her vigtigt at eleverne opnår en forståelse for vekselvirkningen mellem teori og eksperiment: En teori er først holdbar i det øjeblik den kan eftervises eksperimentelt, og eksperimentelle resultater bliver først værdifulde når de kan indgå i en udvikling af en teori". Det fremhæves desuden at det eksperimentelle arbejde giver eleverne en mere praktisk forståelse af de ofte abstrakte fysiske begreber og teorier.

- Modelaspektet
  Eleverne skal have en forståelse for at "fysik opbygger en model af virkeligheden; hvilke afgrænsninger har man været nødt til at foretage?".

- Samspillet mellem teori og virkelighed
  Her bliver det fremhævet at eleverne skal opleve at "gymnasiets fysik har en forbindelse til hverdagen". Og at eleverne skal indse at fysik udvikler sig i et samspil mellem eksperiment og virkelighed.

  Det gælder for alle de aspekter der fremdrages at de beskrives som en del af "den naturvidenskabelige metode". Skal man sammenfatte dette yderligere, så stemmer de forskellige svar tilsammen godt overens med den linje der også er i bekendtgørelsen fra den praktiske adfærd til metodisk refleksion.

6.2.1 Problemfelter i relation til det eksperimentelle arbejde

Dokumentationen til dette afsnit bygger primært på samtalerne på skolebesøgene. Her blev der udfoldet en række forskellige problemstillinger i forbindelse med det eksperimentelle arbejde. Det drejer sig om følgende:

- hvad er et godt eksperiment?
- åbne og lukkede eksperimenter
- udstyr og fysiske rammer.

Det gode eksperiment
På mange af skolebesøgene er lærerne blevet bedt om at komme med deres bud på det gode eksperiment. Generelt har det ikke været muligt for lærerne at beskrive *det* gode eksperiment. De har netop henvist til at det eksperimentelle arbejder indeholder så mange forskellige elementer og kan have forskellige formål alt efter sammenhængen at der ikke kan gives en entydig definition på et godt eksperiment.

Åbne og lukkede eksperimenter
Temaet åbne over for lukkede eksperimenter har fyldt en hel del i samtalerne med lærerne på skolebesøgene. Det er et forhold ved det eksperimentelle arbejde som lærerne har meget forskellige holdninger til og erfaringer med. Et problem i forhold til afdækningen er imidlertid at det ikke altid står klart hvad der ligger i begrebet "et åbent forsøg". Derimod virker det som om der er større konsensus i forhold til forståelsen af "det lukkede forsøg". Et lukket forsøg er et

forsøg der har en meget detaljeret vejledning i forhold til forsøgets udførelse, det kan kun have ét udfald, og det har som sigte at illustrere et fænomen eller eftervise en teori.

- Praksis omkring åbne og lukkede eksperimenter
  Det er kun muligt at beskrive praksis ud fra forskellige læreres udsagn i samtalerne på skolebesøgene. Det nedenstående skal derfor ikke forestille at være et fyldestgørende billede af åbne og lukkede forsøg i gymnasiets fysikundervisning; men derimod en gengivelse af enkeltlæreres praksis og erfaringer.

  I den ene ende af skalaen er de lærere der arbejder med åbne eksperimenter og vejledninger. En lærer fortalte at han med vilje altid laver vejledninger der ligger under elevernes niveau - uden detaljer og med åbne slutninger så eleverne oplever at de kan lave noget der er meget mere færdigt og gennemarbejdet end lærerens oplæg. Desuden oplever de at de selv kan finde et resultat. En anden lærer fortalte at han i mange år har lavet meget tavleundervisning og brugt meget udførlige vejledninger, men at han nu er blevet mere åben i sin tilgang. Han har en 2.g hvor eleverne får mere frie tøjler og laver flere åbne forsøg. De når måske ikke så meget som tidligere, men processen er i sig selv god fordi de får en masse viden om at planlægge. I den anden ende af skalaen er der de lærere som ikke synes at der kommer noget fagligt ud af de mere åbne eksperimenter, fx fortalte en lærer at han i tidens løb har set så meget vrøvl at han nu er gået over til at lave nogle meget udførlige vejledninger med blanke felter som eleverne skal udfylde.

  I mellem de to yderpunkter er der en gruppe der giver udtryk for at de åbne forsøg ikke dyrkes til hverdag, men kun i de længerevarende forløb. En lærer mener at han bevæger sig "baglæns": I 1.g lægger han forsøgene meget åbent op. I 2. og 3. g er der ikke udstyr nok til at lave åbne øvelser og ligefrontsøvelser.[14] Der er han nødt til at lave omgangsøvelser. I 1.g får eleverne ikke nogen øvelsesvejledning, men i 2. og 3.g er han nødt til at lave vejledninger fordi eleverne står med forskellige øvelser.

- Holdninger til åbne eksperimenter
  Der er som nævnt mange forskellige holdninger til de åbne eksperimenter; hvad de kan bruges til, og hvilke styrker og svagheder de er forbundet med. Argumenterne for de åbne eksperimenter handler ofte om at de er mest spændende for eleverne, og at de udvikler en masse kreativitet. Der blev også givet udtryk for det synspunkt at det er vigtigt indimellem at lave eksperimenter hvor ingen ved hvor eleverne ender fordi det er en måde at få noget autentisk ind i undervisningen på.

[14] *"Ligefrontsøvelser" vil sige at alle elever udfører samme øvelse/eksperiment samtidig.*

Desuden har nogle lærere erfaring med at eleverne hurtigt lærer at mestre åbne eksperimenter. De forbereder eleverne ved at introducere dem til måleinstrumenterne i 1.g og ved at give dem små forsøg i starten. Desuden gav de udtryk for at man må acceptere at nogle elever når langt, og at andre ikke når så langt.

En stor gruppe lærere tilslutter sig de pædagogiske argumenter for de åbne eksperimenter, men synes at de af forskellige grunde er svære at gennemføre i praksis. Én af disse praktiske forhindringer er den samme bekymring for eksamen som blev udtrykt i forbindelse med inddragelse af perspektiverne i undervisningen. På flere besøg fortalte lærerne at de hele tiden har i baghovedet at eleverne skal til eksamen når de planlægger det eksperimentelle arbejde. De har oplevet at eleverne gør sig mange værdifulde erfaringer ved de åbne eksperimenter, men rapporterne bliver ofte tynde. Og er et åbent forsøg gået "galt", er der stor sandsynlighed for at eleven får en dårlig karakter til eksamen selvom processen har kastet en masse af sig. Disse lærere giver udtryk for at det eksperimentelle arbejde skal være en hjælp til eksamen, og at de derfor holder sig til det lukkede og "sikre".

Der nævnes også andre problemstillinger i forbindelse med åbne eksperimenter. En problemstilling som blev rejst flere gange, handler om at de åbne forsøg er meget tidskrævende. En anden problemstilling går på at de kun er for de stærke elever, mens de svage elever hverken bryder sig om eller kan klare åbenheden. Dette hænger sammen med et andet aspekt som en del lærere peger på, nemlig at mange elever også har et tryghedsbehov. Ofte er eleverne mere trygge ved kogebogsforsøg selvom de også synes at de er kedelige. Hvis de kastes ud i et åbent forsøg, så synes de at det er frygteligt svært, og de bliver ofte frustrerede og søger meget hjælp hos læreren. Men mange af lærerne var samtidig overbeviste om at det er de åbne forsøg eleverne får mest ud af. På den måde, siger lærerne selv, kan der være stor forskel på hvad eleverne synes er godt eksperiment, og hvad læreren synes.

Udstyr og fysiske rammer
I forhold til dette punkt har det især været muligheden for at lave ligefrontsøvelser der har optaget lærerne. De fleste lærere foretrækker ligefrontsøvelser fordi det giver bedre mulighed for vejledning undervejs i forsøget når alle elever laver det samme. Ligefrontsøvelser er også vigtige i forhold til progression i det eksperimentelle arbejde. Lærerne kan bedre tilrettelægge arbejdet i en naturlig rækkefølge frem for at apparaturet må gå på skift mellem eleverne. Det er forskelligt fra skole til skole om fysiksamlingen indeholder udstyr til ligefrontsøvelser.

Det har også betydning for det eksperimentelle arbejde om der er mulighed for at have opstillinger stående over et stykke tid. Det er en stor fordel hvis det er muligt fordi man så kan lave

længerevarende eksperimenter. I projektforløb er det også en fordel hvis eleverne kan lade deres forsøgsopstillinger stå.

Bearbejdning af forsøgsresultater
Nogle lærere oplever at eleverne ikke gider at gå i dybden med det de har set; de gider ikke at regne på baggrund af et eksperiment. Det vil med andre ord sige at de ikke er interesserede i matematikken og databehandlingen. I relation til dét fortalte andre lærere at de gør meget ud af at simplificere forsøgene så man kommer helt ind til kernen. De bruger ikke nødvendigvis den matematiske teori som fx bøgerne lægger op til. Argumentet var at hvis eleverne ikke har forstået matematikken, kan det forhindre at de forstår fysikken – som er det centrale.

6.2.2 Eksperimenter som formidling af kernestof

I de ovenstående afsnit er det eksperimentelle arbejde beskrevet som undervisningen i en bestemt arbejdsmetode. Men i nogle af lærernes beskrivelser af eksperimentelt arbejde kan man se at det også har en vigtig funktion i forhold til at formidle kernestoffet. Det følgende er et udpluk af forskellige udsagn fra samtalerne:

- "Det primære mål med forsøg er at eleverne synes at de har lært stoffet bedre og kan se relevansen i teorien".
- "Eleverne er glade for at lave noget selv; erkende og prøve sig frem. De kan opleve fysik som nærværende. Eksperimentelt arbejde passer til at skabe erkendelse hos eleverne".
- "Eksperimentelt arbejde kan hjælpe eleverne til at se hvad der er essensen i teorien".
- "Eleverne lærer at konkretisere stof der ellers ville være højtflyvende".

En del lærere nævner også andre fordele i forbindelse med det eksperimentelle arbejde. Det fremgår bl.a. af følgende citat:

- "Det gode ved forsøg er kontakten til eleverne. Der er noget socialt i det at lave forsøg; man laver noget sammen".

I forlængelse af dette mere læringsorienterede syn på eksperimentelt arbejde, er der en del lærere der fremhæver at det overvejende tilgodeser de stærke elever. "Den svage elev får ikke særlig meget ud af eksperimentelt arbejde, hvorimod den stærke elev der oplever selv at kunne finde resultatet og se sammenhængen mellem teori og forsøg, får en god faglig oplevelse. Den svage elev ser ingen sammenhæng". Og på et besøg blev det sagt at den svage elev ofte starter med teorien ved eksamen idet de frygter eksperimentet.

6.3 Det eksperimentelle arbejde set med elevøjne

Dokumentationen til dette afsnit består af spørgeskemaundersøgelsen, selvevalueringsrapporterne og samtalerne på skolebesøgene.

I spørgeskemaundersøgelse er eleverne blevet bedt om at angive deres interesse for forskellige dele af fysikundervisningen, herunder for det eksperimentelle arbejde. Elevernes svar fremgår af nedenstående tabel.

Tabel 5.1 Drenges og piger interesse for eksperimentelt arbejde (Angivet i %)

	Stor interesse	En vis interesse	Begrænset interesse	Ingen interesse	Ved ikke
Dreng	41	46	11	2	0
Pige	41	45	12	1	0

Kilde: PLS-rapport

Som det fremgår af tabellen, så er eleverne meget interesserede i det eksperimentelle arbejde. Faktisk er det dét aspekt ved faget der har elevernes absolut største interesse.[15] Samtidig er der stort set ingen forskel på drenges og pigers interesse for dette område i faget.

Både selvevalueringsrapporterne og samtalerne på besøgene bekræfter billedet fra spørgeskemaundersøgelsen. Men her har eleverne også haft mulighed for at uddybe hvornår de oplever det eksperimentelle arbejde som særligt sjovt, spændende og udviklende, og hvornår det er knap så godt. Nedenfor følger først elevernes bud på det eksperimentelle arbejde når det er godt, og derefter når de oplever det som mindre godt. Afslutningsvis følger et afsnit om hvad eleverne selv oplever at lære ved det eksperimentelle arbejde.

Når eksperimentelt arbejde er godt

I fortællingerne om det positive ved fysikfaget har eleverne bl.a. skrevet om alt dét der gør det eksperimentelle arbejde sjovt, spændende og lærerigt. Generelt fremhæver eleverne en række forskellige ting der er med til at gøre det eksperimentelle arbejde til noget de godt kan lide:

- Eksperimenter letter forståelsen af det teoretiske stof. Mange elever lægger vægt på at det er med til at afmystificere formler mm. når man kan se det fysiske fænomen i en praktisk og konkret sammenhæng.
- Eksperimenter kan være en sjov og overraskende indfaldsvinkel til faget
- Man er selv aktiv som elev

- Det stiller krav om selvstændighed
- Man får mulighed for at arbejde tæt sammen med de andre i klassen
- Man kan bruge den viden man får gennem eksperimenter i livet uden for gymnasiet
- Det er med til at give en afvekslende undervisning.

Først og fremmest peger mange elever på at det har stor betydning at de får lov til at være aktive; at de selv får lov til at prøve sig frem. Det er positivt "at eleverne selv er med i hele processen med at stille forsøgene op, selvom det kræver tid giver dette en bedre forståelse af forsøget og forbereder eleven til en evt. eksamenssituation". Og: "Det er motiverende, at man i forsøgene selv får lov til at finde ud af, hvordan man vil foretage de forskellige målinger". Eleverne er ofte meget entusiastiske når de udtrykker sig om eksperimentelt arbejde som det fx fremgår af følgende citat:

"Forsøgene er altid spændende, da vi kan få lov til at selv at "lege" med den praktiske fysik efter "pille-rode-rage-princippet" og selv iagttage, hvad der sker under processen. Dette gør nok også, at man er mere engageret i, hvad det er der foregår".

I en del selvevalueringsrapporter beskriver eleverne lidt mere præcist hvad de anser som en god fremgangsmåde ved eksperimentelt arbejde. Det handler bl.a. om at de bliver hjulpet på vej, men uden at muligheden for at arbejde mere selvstændigt tages fra dem: "Eksperimentalfysik er mest spændende, hvis man først møder et nyt instrument i en bunden opgave, for derefter at få mulighed for selv at eksperimentere og afprøve instrumentet". Og det er godt "når læreren først viser et forsøg i relation til opgaven, hvorefter vi, som elever, selv arbejder videre med et andet forsøg inden for det givne område".

Mange elever vurderer åbne eksperimenter som de mest spændende. I en samtale på et skolebesøg blev der sagt følgende: "I de mere åbne forsøg, hvor man ikke kender resultatet, bliver der snakket meget mere om forsøget i klassen, og fejlkilder osv. diskuteres. Det virker også mere videnskabeligt, hvis man konkluderer på baggrund af et forsøg i stedet for teori. Det giver også mulighed for at se hvor mange forskellige resultater et forsøg egentlig kan munde ud i; det er fedt at nå frem til et resultat selv". I en del selvevalueringsrapporter understreges det dog at opfattelsen af hvor selvstændigt eleverne gerne vil udføre forsøgene, ændrer sig gennem gymnasietiden. I samtalerne på besøgene blev det også bekræftet at mange 1.g'ere gerne vil have nogle forholdsvis lukkede forsøg med meget detaljerede vejledninger.

Når eksperimentelt arbejde er mindre godt
Eleverne har en række holdninger til hvad der gør eksperimentelt arbejde knap så sjovt, spændende og lærerigt. Det er i høj grad de samme ting der går igen i selvevalueringsrapporterne.

- Når læreren fylder for meget eller for lidt
  Som det også fremgår af afsnittet ovenfor, så lægger eleverne meget vægt på at de selv får lov til at få fingrene i det eksperimentelle arbejde. Derfor opfatter de det som kedeligt, hvis læreren stort set ikke lader eleverne gøre noget selv. Men samtidig lægger de også vægt på at de ikke magter at blive overladt for meget til sig selv. Som det udtrykkes i en rapport, så er det ikke godt "når læreren enten overlader eleverne helt til sig selv, eller gør det hele for dem".

- Når teori og formål ikke er på plads
  Mange elever fremhæver at de oplever det som frustrerende hvis der ikke er sket en tilstrækkelig gennemgang af teorien inden de skal udføre et forsøg. Det ser ud til at det for en del elever er meget væsentligt at de har styr på det teoretiske grundlag for forsøget for at det eksperimentelle arbejde opleves som sjovt og som en succes. "Ofte er det sådan, at man ikke har fået teorien bag forsøget ordentligt forklaret, inden man går i gang med forsøget og dette gør det uoverskueligt". I forlængelse af det er en anden selvevalueringsrapport inde på at det er teorien der opleves som det svære: "Lærerne er ofte for hurtige i deres undervisning, hvilket medfører at eleverne ikke forstår stoffet, når de skal til at lave forsøgene. Forsøgene er ikke svære, det er indlæringen forud for forsøgene, som er problematisk".

- Kogebogsforsøg
  Eleverne er generelt meget opmærksomme på at det eksperimentelle arbejde skal give mening i form af at man faktisk skal tænke sig om, og at man skal bruge sin viden for at kunne udføre det. "Mange forsøg er opskriftsforsøg, som man sagtens kan udføre uden at forstå det bagvedliggende stof". Og lidt stærkere udtrykt: "Når man laver forsøgene slår man ofte hjernen fra og følger fremgangsmåden, som man har fået udleveret, slavisk. Engagementet og koncentrationen ryger derfor helt, og til sidst står man så tilbage med nogle forsøgsresultater, som man helt har glemt hvordan man kom frem til, og som man ikke ved, hvad man skal bruge til".

- Manglende udstyr
  Mange elever peger på at manglende eller for gammelt udstyr kan være en årsag til at det eksperimentelle arbejde ikke giver stort nok udbytte. Eleverne fremhæver to ting der virker forstyrrende: For det første medfører for dårligt udstyr for mange fejlkilder og dermed for stort et tidsforbrug. For det andet mener eleverne at der skal være udstyr nok til at alle kan lave det samme forsøg på én gang, dvs. at der skal være mulighed for ligefrontsøvelser.

- Manglende tid
  Eleverne peger også på at manglende tid kan være et problem i forhold til det eksperimentelle arbejde. I en selvevalueringsrapport giver eleverne udtryk for at det er frustrerende at læreren ikke

altid kan nå at hjælpe alle elever i forbindelse med forsøg der skal resultere i en rapport. I en anden rapport mener eleverne at dette problem kunne løses ved at alt eksperimentelt arbejde blev udført i delhold.

Visioner om eksperimentelt arbejde
Elevernes visioner om det eksperimentelle arbejde ligger selvfølgelig meget tæt op ad de ting de trækker frem i deres positive fortællinger. Herudover er der et generelt ønske om at have mere eksperimentelt arbejde og især om indimellem at kunne lave forsøg uden at det skal resultere i en rapport. Ellers handler visionerne meget om inddragelsen af eleverne og om deres mulighed for at tænke selvstændigt. "Fysik kunne blive mere udfordrende, hvis eleverne under både lærer- og elevforsøg i højere grad blev inddraget og selv skulle finde frem til svarene/løsningerne inden læreren gav det korrekte facit. Dette skulle selvfølgelig foregå knap så avanceret, så eleverne lærer at tænke fysisk, og ikke bare gøre alting slavisk".

Hvad lærer man af eksperimentelt arbejde?
Eleverne er i kraft af den åbne form i fortællingerne ikke blevet spurgt direkte om hvad de lærer af eksperimentelt arbejde. Derfor er det selvfølgelig heller ikke alle elever der har været omkring spørgsmålet i deres selvevalueringsrapporter, men en del elever har et direkte eller indirekte bud på det.

En del udsagn handler om dét der også er nævnt tidligere, at eleverne oplever at det eksperimentelle arbejde giver dem en bedre forståelse af den teoretiske fysik. Nogle er også inde på at udførelsen af forsøg giver nogle færdigheder i sig selv; at man efterhånden opnår en rutine der kan bruges senere. I en selvevalueringsrapport beskriver eleverne nærmere hvad de oplever at lære gennem det eksperimentelle arbejde. "Ved hjælp af forsøgene og de erfaringer vi tilegner os, bliver vi udfordret til at tage stilling til den overleverede viden vi har fået gennem undervisningen. Vi må forholde os kritisk og tænke logisk og derigennem drage vore konklusioner".

6.4 Sammenfatning

Både lærere og elever ser det eksperimentelle arbejde som en meget central del af fysikfaget. Ifølge lærernes beskrivelse skal eleverne i forbindelse med det eksperimentelle arbejde udvikle en forståelse for den naturvidenskabelige arbejdsmetode - fra praktisk laboratorieadfærd til metodisk refleksion. Det er helt i tråd med bekendtgørelsen. Den væsentligste problemstilling i dokumentationsmaterialet er forholdet mellem åbne og lukkede forsøg. Lærerne har meget forskellig praksis og forskellige holdninger til dette. På samme måde er elevernes vurderinger af åbne og lukkede forsøg heller ikke helt entydig. En stor gruppe elever synes at det både er mest spændende og lærerigt at arbejde med de åbne forsøg. Men mange elever giver også udtryk for

at det i hvert fald i starten føles mest trygt med lukkede forsøg. Lærerne tør i mange tilfælde ikke at lægge forsøgene alt for åbent an fordi eleverne skal bruge nogle vellykkede forsøgsrapporter til eksamen.

Fra elevernes side rejses der endvidere et ønske om at kunne udføre forsøg i delhold fordi de oplever et stort behov for at kunne få vejledning fra læreren undervejs.

Det eksperimentelle arbejde bruges også til at formidle indholdet i kernestoffet. Det er et gennemgående træk i elevernes udsagn der ofte handler om at forsøgene letter forståelsen af det teoretiske stof.

6.5 Konklusion og anbefalinger

Det er evalueringsgruppens opfattelse at det eksperimentelle arbejde både i læreres og elevers bevidsthed er et meget stort aktiv i fysikundervisningen. Det giver mange forskellige muligheder for at skabe variation, for selvstændigt arbejde, for at belyse stoffet fra flere vinkler og for at lære en naturvidenskabelig arbejdsmetode.

Det er endvidere evalueringsgruppens opfattelse at en del af det uafklarede forhold der er til især åbne forsøg, skyldes at der i undervisningen er et lidt uklart forhold mellem eksperimentelt arbejde som naturvidenskabelig metode og eksperimentelt arbejde som formidling af kernestoffet. Det siger sig selv at hvis eleverne skal lære kernestoffet bl.a. gennem forsøgene, så kan de ikke samtidig være meget åbne og have en karakter hvor man måske nok lærer meget af processen, men ikke får "resultatet". Dette forstærkes yderligere af at eleverne rent faktisk får brug for en vellykket forsøgsrapport til eksamen. Når en del af eleverne udtrykker at de helst vil have teorien før eksperimentet og gerne vil have en udførlig vejledning, så er det også værd at se det i lyset af det dobbelte formål som det eksperimentelle arbejde har. Hvis eleverne ikke er helt klar over om formålet er at lære et fagligt indhold (kernestof), eller om formålet er at lære at arbejde eksperimentelt med en åben problemstilling, så vil nogle elever blive usikre på arbejdet. Og i forlængelse af det vil en del nok foretrække lukkede forsøg for tryghedens skyld. Der er ikke tvivl om at fysiklærerne altid kommunikerer det indholdsmæssige (faglige) formål med forsøget til eleverne, men der er meget der tyder på at lærerne ikke er lige så opmærksomme på at gøre et evt. pædagogisk formål klart. Hvis det var tilfældet, kunne man måske få flere autentiske naturvidenskabelige arbejdsformer ind i undervisningen. Der skal være forskellige succeskriterier for forsøg hvor eleverne fx tilegner sig færdigheder i at anvende forskellige apparater og måleteknikker, tilegner sig erfaringer med forskellige bearbejdningsmetoder, tilegner sig erfaringer med selv at styre undersøgelsesprocessen eller tilegner sig forskellige måder at bruge teorier og modeller på.

Det er evalueringsgruppens vurdering at et godt udbytte af de forskellige typer af forsøg der er beskrevet ovenfor, kræver at læreren har mulighed for at vejlede alle elever undervejs.

Anbefalinger

Evalueringsgruppen anbefaler at fysiklærerne arbejder mere bevidst med en skelnen mellem forsøg der har til formål at formidle kernestoffet, og forsøg der har til formål at udvikle elevernes evne til at arbejde eksperimentelt og naturvidenskabeligt. I den forbindelse er det meget vigtigt at forsøgsvejledninger ikke kun har et emnemæssigt fagligt formål, men også et pædagogisk formål der tydeligt kommunikeres til eleverne.

Evalueringsgruppen anbefaler skolernes ledelse at tage ansvar for tilrettelæggelsen af det eksperimentelle arbejde, specielt det længerevarende, enten i form af dele-hold eller to-lærerordning for at undgå at en enkelt lærer skal vejlede en hel klasse på én gang.

Evalueringsgruppen finder det vigtigt at det eksperimentelle arbejde fortsat indgår i eksamen. Men bestræbelserne på at give eleverne "lige vilkår" ved eksamen ser ud til at uniformere det eksperimentelle arbejde i for høj grad. Eksamen bliver med andre ord styrende i uhensigtsmæssig grad. På skolerne og i ministeriet bør man overveje andre måder hvorpå det eksperimentelle arbejde kan inddrages i eksamen og iværksætte forsøg hermed.

7 Anvendelse af IT

Dette kapitel handler om IT i fysikundervisningen med fokus på hvilken betydning anvendelsen af IT har for elevernes fysikforståelse. Kapitlet indeholder først et afsnit om fysiklærernes beskrivelse af hvordan IT indgår i undervisningen, og hvilken betydning det har. Derefter følger et afsnit om elevernes beskrivelse og vurdering af IT i undervisningen.

I bekendtgørelsen for fysik er der krav om at IT skal inddrages i forbindelse med det eksperimentelle arbejde hvor eleverne skal kunne anvende "edb-udstyr til dataopsamling og dataanalyse". (Gymnasiebekendtgørelsen bilag 14 FYSIK stk. 2.2) Det er et generelt krav i Gymnasiebekendtgørelsen at alle fag skal inddrage informations- og kommunikationsteknologi (IT). Fysik er et fag hvor det i meget høj grad er muligt at inddrage IT på mange forskellige måder – også ud over brug af tekstbehandling, regneark og Internet som formodentlig indgår i andre fag. Og særligt i forhold til det eksperimentelle arbejde ligger der et meget stort potentiale for anvendelse af IT.

Dokumentationen til dette kapitel bygger på læreres og elevers selvevalueringsrapporter og på samtalerne på skolebesøgene.

IT-udstyr til fysik
Grundlæggende kan man dele IT-udstyret op i to kategorier:

- Dataopsamlingsudstyr der kan forbindes med PC eller regnemaskine (datalogger)
  Det er udstyr der omsætter forskellige måleinstrumenter til digitalform og gør det muligt at lagre dem på en PC eller på en regnemaskine og bearbejde data fx i et regneark eller tegne grafer.
- Programmer mv. der kan bruges til at undersøge forskellige fysiske fænomener.
  Det kan være specialprogrammer der simulerer forskellige fænomener, fx stjernernes positioner til forskellige tider, planeternes bevægelse osv. Programmer hvor man kan samle optiske systemer (linser, prismer mm.) eller elektriske kredsløb. Det kan være temmelig omfattende materiale på CD-rom, som fx "Fysikkens Facetter", der indeholder både små forsøg mere eller mindre bearbejde data, projektidéer mm.

Det kan også være programmer som FPRO hvor man i høj grad selv kan programmere simuleringer af bestemte fysiske bevægelser, fx en hoppende bold, et kast, væksten i en bakteriekultur mm. Efterhånden er der på nettet dukket en række steder op hvor man kan lave virtuelle forsøg (de såkaldte JAVA-applets), det er typisk enkle forsøg hvor man arbejder mere visuelt end i simuleringerne med fx FPRO.

Ud over disse to særlige typer fagprogrammer kan IT også bruges på andre måder i undervisningen. Først og fremmest kan man søge oplysninger på nettet om bestemte emner (Mars-forskning, elementarpartikler, jordskælv osv.). Med udgangspunkt i fysikrelevante startsteder som fx Fysiklærerforenings hjemmeside, Gammas hjemmeside eller anden hjemmeside kan man hurtigt finde noget relevant materiale om et emne. Derudover kan IT naturligvis anvendes i forbindelse med rapportskrivning, opgaveaflevering osv., hvor der flere steder også laves forsøg med elektronisk aflevering.

7.1 IT i fysikundervisningen set med lærerøjne

I spørgeguiden til selvevalueringen er fysiklærerne blevet spurgt om hvordan IT inddrages i undervisningen, og hvilken betydning IT har for elevernes fysikforståelse. Fysiklærerne er også blevet bedt om at udfylde et skema hvor de angiver hvor meget de bruger IT til forskellige formål.

Hvor meget bruges IT?
I de skemaer som lærerne har udfyldt, har de på en skala fra 1-4 angivet hvor meget de bruger IT i forbindelse med skrivning, regning, grafik, datafangst, datasøgning, Internet, fagprogrammer, simulation og andet. Skemaerne er udfyldt for hhv. 1., 2. og 3.g.

Ifølge de udfyldte skemaer bruges IT i 1.g primært til skrivning og regning. IT til grafik og datafangst er det næstmest brugte, men i meget mindre omfang. De andre muligheder for at anvende IT bruges kun i meget lille omfang. I 2.g er det stadig skrivning og regning der topper listen. Men grafik og datafangst bruges i lidt større omfang end i 1.g, og der er også en svag stigning i brugen af IT til de andre formål.

Sådan bruges IT
I selvevalueringsrapporterne peger lærerne selv på at de bruger IT til følgende:

- dataopsamling, -behandling og -analyse
- simulationsforsøg
- modellering
- grafisk bearbejdning

- undersøgelse af matematiske udtryk for fysiske modeller
- modelberegninger
- matematisk beregning
- videnssøgning på Internet.

Nye muligheder
Mange lærere peger på at det har givet nye muligheder i fysikundervisningen at have de forskellige IT-redskaber ved hånden.

- Dataopsamling har gjort det muligt at lave nye typer af forsøg; fx på fænomener der ellers ikke kunne undersøges fordi de er enten for hurtige eller for langvarige. Det er også muligt at udføre en række af "ens" eksperimenter der hurtigt kan efterbehandles.
- Muligheden for simulationsforsøg gør at man kan lave forsøg der ellers ville være for farlige eller måske for vanskelige.
- De avancerede lommeregnere har gjort det lettere at arbejde med matematiske udtryk for fysikken uden blive bremset af elevernes manglende matematikfærdigheder.

IT som redskab til fysikforståelse
I selvevalueringsrapporterne bliver der givet udtryk for nogle meget forskellige holdninger til hvilken betydning brugen af IT har i fysikundervisningen. Ingen af selvevalueringsrapporterne er ukritiske i forhold til brugen af IT, men der er stor forskel på vurderingen af hvorvidt IT er med til at fremme elevernes fysikforståelse. Selvevalueringsrapporterne kan inddeles i tre grupper ud fra deres vurderinger. Den ene gruppe består af godt en tredjedel af rapporterne. De indeholder en række bud på hvordan IT positivt kan bidrage til at udvikle fysikforståelsen hos eleverne:

- De grafiske hjælpemidler kan være med til at fremme forståelsen idet nogle elever bliver hjulpet af visualiseringen.
- Ved brug af IT som matematikværktøj kan man frigøre kræfter der ellers går med at beregne til at diskutere fysikken og analysere og vurdere modeller.
- IT kan fremme forståelsen af fysiske fænomener der kun vanskeligt kan forstås ved direkte observation.

Den anden gruppe består af knap en tredjedel af rapporterne. De ser generelt ikke IT som et redskab til at fremme fysikforståelse. Enten ud fra den betragtning at eleverne har for mange tekniske eller færdighedsmæssige mangler til at kunne få et ordentligt udbytte, eller også vurderes det at det kun er de dygtigste elever der får noget ud af det.

Den sidste tredjedel af selvevalueringsrapporterne forholder sig ikke til spørgsmålet om IT og fysikforståelse.

Problemstillinger
Som nævnt er der ingen rapporter der har en udelukkende positiv holdning til brugen af IT; generelt bliver der fremhævet en række problemstillinger som også blev understreget og uddybet i samtalerne på besøgene.

- Computerforsøg bør ikke erstatte almindelige forsøg
  Mange lærere understreger at de ikke mener at simulationsforsøg må erstatte forsøg der sagtens kunne laves i virkeligheden. Man skal udelukkende bruge simuleringer når andet ikke er muligt.

- IT som "black box"
  Mange lærere er skeptiske over for tanken om at man via anvendelsen af IT pludselig kan en masse uden at eleverne nødvendigvis forstår hvad der egentlig foregår. At de fx ikke ved hvad lommeregneren eller computeren gør med de data man taster ind. "(Det) skal være klart, hvilken sammenhæng, der er mellem hvad man putter ind og hvad man får ud. Derfor kan det være en god idé at veksle mellem "håndkraft" og dataopsamling…".

- Vigtigt stadig at lave databearbejdning i hånden
  I forlængelse af ovenstående er der mange lærere der holder fast i at en større eller mindre del at databearbejdningen stadig skal foretages i hånden. Lærerne mener at det er væsentligt for elevernes fysikforståelse at de selv laver beregninger mm.

7.2 Elevernes holdning til IT

Eleverne er i spørgeskemaundersøgelsen blevet bedt om at vurdere i hvor stort et omfang IT indgår i undervisningen. Deres svar fremgår af de følgende tabel:

Tabel 6.1 Inddragelse af IT fordelt på drenge og piger (Angivet i %)

	I for stort omfang	I passende omfang	I for begrænset omfang	Ved ikke
Dreng	4	33	58	5
Pige	3	37	52	8

Kilde: PLS-rapport

Som det fremgår af tabellerne, så mener over halvdelen af eleverne at IT bruges i for begrænset omfang i undervisningen. Der er en lidt større andel blandt drengene end blandt pigerne der vurderer brugen af IT til at være for begrænset, men det er en lille forskel.

Eleverne er også blevet spurgt om hvor meget hhv. Internet og multimedier bruges i undervisningen. Svarene fremgår af denne tabel:

Tabel 6.2 Anvendelse af Internet og multimedier i undervisningen (Angivet i %)

	I stort omfang	I et vist omfang	I begrænset omfang	Slet ikke	Ved ikke
Internet?	2	10	26	58	4
Multimedier?	3	13	32	45	7

Kilde: PLS-rapport

Det fremgår af tabellen at over tre fjerdedele af eleverne oplever at Internet og multimedier kun bruges i begrænset omfang eller slet ikke i undervisningen. Generelt bekræftede samtalerne på besøgene billedet af at det primært er til skrivning og regning at IT bruges. Og at grafisk bearbejdning og dataopsamling er det mest brugte derefter.

I to tredjedele af elevernes selvevalueringsrapporter bliver spørgsmålet om IT i fysikundervisningen også vendt. I tre af rapporterne er det i den første positive fortælling om fysik. I den ene rapport giver eleverne udtryk for at IT-redskaber gør det er lettere at overskue nogle af fysikkens problemstillinger, mens den anden fremhæver fordelene i forbindelse med eksperimentelt arbejde: "Forsøgsresultaterne bliver mere nøjagtige, behandlingen af data mere præcis og resultaterne mere realistiske". Den tredje rapport forholder sig bl.a. til brug af Internet: "Internettet er en god alsidig form for undervisning og undervisningsmateriale. Her kan man både læse om store, næsten umulige forsøg og finde oplysninger om de aktuelle rapporter og afleveringer".

På en del af skolebesøgene blev der også talt om anvendelsen af IT. Her rejste en del af eleverne de samme problemstillinger som også lærerne er inde på. Særligt den om "black box" effekten. Eleverne gav udtryk for at det ville være rart at vide hvad det egentlig er computeren gør. Som det fx blev udtrykt: "Vi sætter tal ind, og der kommer en graf ud, men det er svært at forstå hvad grafen egentlig viser". En del elever giver også udtryk for at de synes at det er svært at bruge de grafiske lommeregnere, og at det derfor ikke hjælper dem i forhold til fysikundervisningen.

IT – en del af fremtidens fysikundervisning

I otte rapporter behandles spørgsmålet om IT i fortælling tre – den visionære fortælling om fysik. Her er eleverne enige om at det må være en naturlig del af fremtidens fysikundervisning at IT inddrages i højere grad. Eleverne har følgende argumenter:

- det vil skabe mere interesse for faget
- mange nye emner lægger op til brug af IT
- man kan behandle emner som det ellers vil være umuligt at komme i berøring med
- IT anvendes efterhånden på alle arbejdspladser.

7.3 Sammenfatning

Der er mange muligheder for at inddrage IT i fysikundervisningen. I bekendtgørelsen er der fastsat et krav om at eleverne skal kunne anvende edb-udstyr til dataanalyse og –opsamling. Det ser også ud til at de fleste elever har prøvet det; nogen gør meget brug af det, og andre har kun prøvet det i mindre grad. Men generelt bruges IT langt overvejende til skrivning og beregning. IT har på de færreste skoler vundet indpas i fysikundervisningen i et omfang som svarer til mulighederne. Særligt eleverne efterspørger at IT i højere grad bliver en del af fysikundervisningen. For dem ville det være med til at give faget et mere moderne image, og det ville tilnærme fysikundervisningen til den måde fysik bruges på ude omkring i verden. En del af lærerne ser lige som eleverne mange nye muligheder for at arbejde med fysik i de forskellige IT-redskaber. Mange lærere ser dog også en række problemstillinger i forhold til at bruge IT i undervisningen. I forhold til elevernes fysikforståelse er det især IT som "black box" der bekymrer lærerne. De har en fornemmelse af at eleverne pludselig kan en masse uden at de nødvendigvis forstår hvad det er der foregår. En del elever deler denne opfattelse, og de peger på at de gerne vil vide hvad det er computeren gør med det der tastes ind.

7.4 Konklusion og anbefalinger

Det er evalueringsgruppens vurdering at bekendtgørelsen har meget vage krav til anvendelse af IT i fysikundervisningen, men det er samtidig vores opfattelse at IT rundt omkring allerede har fornyet fysikfaget, samt at der er potentiale for en endnu større inddragelse af IT. Fysiklærerne har generelt meget gode kompetencer i forhold til anvendelse af IT og har derfor gode muligheder for at udvikle en fysikundervisning hvor IT i endnu højere grad end nu er et naturligt og integreret redskab. Men i øjeblikket er der meget store forskelle på adgangen til forskellige IT-redskaber fra skole til skole. Nogle steder er det begrænset til en enkelt PC i vindueskarmen, mens der andre steder er meget IT-udstyr til rådighed. Set med elevøjne er IT et væsentligt parameter i forhold til at gøre fysikundervisningen mere up-to-date og at bringe undervisningen i tættere forbindelse med den fysik der praktiseres uden for skolen. En del lærere ser også nye og spændende

muligheder forude. Evalueringsgruppen vurderer at IT skal være en integreret del af det eksperimentelle arbejde ud fra den betragtning at meget af den moderne fysik og fysikanvendelse slet ikke kan tænkes uden brug af IT. Samtidig er der store muligheder for at gøre den klassiske fysik moderne med IT. IT skal kort sagt udgøre et væsentligt led i en modernisering af faget i gymnasiet.

Anbefalinger

Evalueringsgruppen anbefaler at fysiklærerne i væsentlig højere grad anvender IT i fysikundervisningen til dataopsamling, databehandling og til udarbejdelse af computermodeller.

Evalueringsgruppen anbefaler at skolerne investerer i udstyr der gør det muligt for fysiklærerne at anvende IT i større omfang.

Evalueringsgruppen ser frem til en kommende revision af bekendtgørelsen med henblik på anvendelsen af IT, og vi anbefaler at fagkonsulenten snarest muligt udarbejder en række præcise krav til elevernes kompetenceudvikling i forbindelse med anvendelse af IT i fysik.

Evalueringsgruppen anbefaler at der iværksættes forskning eller skolebaserede og forskningstilknyttede udviklingsarbejder med henblik på de læringsmæssige aspekter af IT i fysikundervisningen – evt. som udliciterede projekter fra Undervisningsministeriet.

8 Fysik på højt niveau

Dette kapitel handler om fysik på højt niveau som det beskrives af fysiklærere og –elever. Generelt er højt niveau ikke beskrevet så fyldigt og grundigt som obligatorisk niveau i dokumentationsmaterialet. Det skyldes bl.a. at en stor del af lærerne kun med års mellemrum har et højniveauhold, og at der er en række af de generelle træk ved faget der er ens for obligatorisk og højt niveau. Kapitlet indeholder et afsnit om relationen mellem de to niveauer og et afsnit om det faglige indhold på højt niveau. Dokumentationen til kapitlet består af læreres og elevers selvevalueringsrapporter og af 3.g-spørgeskemaundersøgelsen.

De overordnede undervisningsmål er de samme på højt niveau som for obligatorisk niveau. Faget er også på samme måde inddelt i fire delområder kernestof, perspektiver, eksperimentelt arbejde og formidling af fagstof, men der er forskelle i beskrivelsen af delmålene. Om undervisningen står der at den skal bygge videre på den viden og de færdigheder som eleverne har tilegnet sig på obligatorisk niveau. Konkret er dele af pensum en gentagelse af stof fra obligatorisk niveau; blot er der andre krav til behandlingen af stoffet i kraft af de opstillede delmål. Højt niveau afsluttes med en mundtlig og en skriftlig eksamen. Opgaverne til skriftlig eksamen udformes på baggrund af kernestoffet fra både obligatorisk og højt niveau. Det vil sige at ud over det nye pensum der kommer til på højt niveau, skal pensum fra obligatorisk niveau også vedligeholdes.

8.1 Relationen mellem de to niveauer set med lærerøjne

Dette afsnit handler om hvordan fysiklærerne betragter højt niveau sammenlignet med obligatorisk niveau. Dokumentationen til afsnittet består af lærernes selvevalueringsrapporter.

8.1.1 Hvad bliver anderledes på højt niveau?

En meget gennemgående kommentar til spørgsmålet om fysikforståelse på højt niveau er at "det er det samme som på obligatorisk niveau". Dette "det samme" følges så af kommentarer om at niveauet blot er "dybere", "højere", "mere komplekst" eller "mere abstrakt". En del af selvevalueringsrapporterne har dog enkelte konkrete eksempler på hvad der adskiller højt niveau fra obligatorisk, og her er det stort set de samme ting der trækkes frem. Undervisningen på højt niveau er sammenlignet med obligatorisk niveau karakteriseret ved:

- Højere tempo
- Større mængde af skriftlige opgaver, træning af eksamenslignende opgaver
- Fysisk analyse af ukendte problemstillinger
- Kombination af de forskellige emner i kernestoffet
- Komplekse problemstillinger
- Større sammenhænge
- Større sammenhæng mellem fysik og matematik
- Mere systematisk, videnskabscentreret undervisning.

Og undervisningen stiller krav om og har som mål at eleverne opnår:

- Dybere forståelse
- Større overblik
- Større selvstændighed.

Overgangen
I dokumentationen er der ikke meget der tyder på at der arbejdes systematisk med overgangen fra obligatorisk til højt niveau. Kun tre selvevalueringsrapporter forholder sig til spørgsmålet. Den ene peger på at der skal etableres et vist kendskab til vektorer, og at bevægelseslæren fra B-niveauet skal vendes. Den anden rapport fremhæver at der benyttes opgaver fra kernestoffet på obligatorisk niveau med gradvist stigende kompleksitet.

8.1.2 Relationen mellem de to niveauer set med elevøjne

I spørgeskemaundersøgelsen af 3.g-højniveauelever er eleverne blevet bedt om at angive i hvor høj grad de oplever at der er forskel på obligatorisk og højt niveau på nogle bestemte områder.

Tabel 7.1 Forskelle mellem obligatorisk og højt niveau (Angivet i %)

	I høj grad	I nogen grad	I begrænset grad	Slet ikke	Ved ikke
Undervisningsstoffet er mere teoretisk	20	59	13	2	7
Vi har flere perspektiverende diskussioner	14	31	33	15	8
Vi skal i højere grad selv formulere fysiske problemstillinger	21	43	21	10	6
Matematik spiller en større rolle	52	35	9	1	4
Modeller og formler bruges i større omfang	38	43	11	1	8

Kilde: PLS-rapport

Generelt oplever eleverne en stor forskel på alle de nævnte områder, bortset fra de perspektiverende diskussioner. Eleverne er mest enige om at matematik spiller en større rolle, og herefter at modeller og formler bruges i større omfang. At undervisningen opleves som mere teoretisk, må ses som en konsekvens af netop disse to ting. Eleverne oplever ikke i særlig stor udstrækning at der er flere perspektiverende diskussioner på højt niveau. Billedet fra spørgeskemaundersøgelsen blev bekræftet i samtalerne med eleverne på skolebesøgene.

8.2 Fagligt indhold på højt niveau

Dette afsnit handler om indholdet i undervisningen på højt niveau. Dokumentationen består af lærernes selvevalueringsrapporter. Lærerne er blevet bedt om at forholde sig til de samme spørgsmål som blev stillet i forbindelse med obligatorisk niveau – blot i forhold til højt niveau. Det er dog karakteristisk at der i selvevalueringsrapporterne er lagt meget større vægt på beskrivelsen af obligatorisk niveau. I enkelte rapporter er der slet ingen særskilt beskrivelse af højt niveau, mens der i mange af de resterende rapporter kun er korte beskrivelser af hvordan højt niveau adskiller sig fra obligatorisk niveau. Lærerne forholder sig heller ikke i særligt stort omfang til spørgsmålet om fysikforståelse; deres beskrivelser handler i langt højere grad om forskellene på de to niveauer.

8.2.1 Kernestoffet set med lærerøjne

Enkelte selvevalueringsrapporter har en lidt mere uddybende beskrivelse og vurdering af hvordan de enkelte delområder, kernestof, perspektiver og eksperimentelt arbejde, indgår på højt niveau. I forhold til kernestoffet er det de skriftlige opgaver, den større sammenhæng mellem emnerne og anvendelsen af modeller der fokuseres på. Der indgår mange skriftlige opgaver i undervisningen, og det tilskrives den skriftlige eksamen der afslutter fysik på højt niveau. Lærerne opfatter det som en stor forpligtelse at give eleverne træning i de skriftlige eksamensopgaver, og ifølge en rapport "giver (det) betydelig sikkerhed i kernestoffet, men begrænser mulighederne for at inddrage andet stof". Men det er også via de mange skriftlige opgaver at eleverne får lejlighed til at kombinere de forskellige emner inden for kernestoffet "fordi de gennem det skriftlige arbejde møder problemer, der går på tværs af emneområderne". Arbejdet med modeller er også et aspekt der trækkes frem som noget der undergår en forandring. Det handler både om mængden af modeller, hvordan der arbejdes med dem, og hvad der sker med elevernes forståelse.

"På højt niveau øges dybden i behandlingen af stoffet betydeligt, også ved at der i kernestoffet indgår flere matematiske modeller. Man kan således forvente, at eleverne får en større forståelse for den modeldannelse, som anvendes i fysik. I en vis udstrækning, afhængigt af elevens faglige niveau, bliver de i stand til at analysere og vurdere allerede opstillede modeller. Målet med undervisningen er også, at eleverne selv skal gøres i stand til at opstille modeller for nye problemstillinger med fysisk indhold".

8.2.2 Perspektiver set med lærerøjne

Perspektivernes fylde og funktion på højt niveau beskrives kun i to selvevalueringsrapporter, og de siger følgende: "Perspektiverne sigter på at give eleverne indblik i fysikkens "store fortælling" og sikrer at moderne fysik indgår". Hvorvidt dette så rent faktisk sker, siger citatet ikke noget om, men det problematiseres i det næste udsagn:

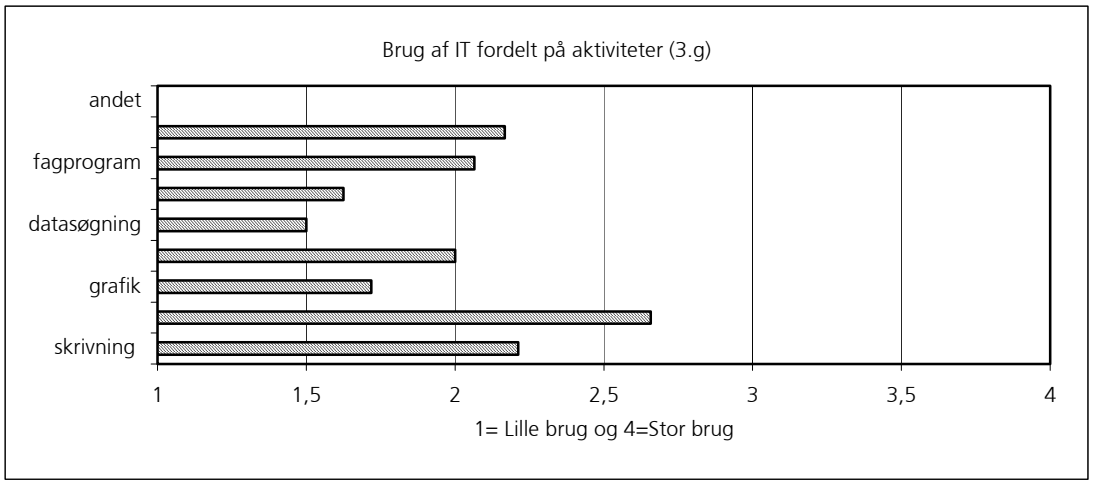
"Med hensyn til perspektiverne bruges i bekendtgørelsen (…) ret bløde formuleringer. Da tidspresset er stort, kan det være fristende at give perspektiverne en mere løs behandling. Det er en skam, da eleverne faktisk er meget interesserede i perspektiverne, specielt er en del interesserede i de filosofiske og erkendelsesmæssige konsekvenser af faget".

8.2.3 Eksperimentelt arbejde set med lærerøjne

Det eksperimentelle arbejde på højt niveau beskrives kun særskilt i én enkelt selvevalueringsrapport: "Der bygges videre på elevernes eksperimentelle erfaringer fra 1.og 2.g, (hvis det ikke er toårigt højniveau), dog er problemstillingerne mere komplekse, ligesom og dataopsamling og selvstændig dataanalyse indgår i større grad på højt niveau".

8.2.4 Omfanget af IT i undervisningen

Figur 1 Omfanget af IT i undervisningen



Lærerne er blevet bedt om at angive hvor mange undervisningstimer de bruger til at arbejde med bl.a. IT. Det fremgår af de indleverede skemaer at der gennemsnitligt bruges lidt mindre end fem

procent af den samlede undervisningstid til aktiviteter der inddrager IT. Figur 1 viser det gennemsnitlige omfang af de forskellige aktiviteter hvor IT anvendes.

Det fremgår af diagrammet at IT bruges mest til regning og derefter til skrivning, simulation og fagprogrammer.

8.2.5 Eleverne om indholdet på højt niveau

I elevernes selvevalueringsrapporter er der kun meget få beskrivelser og vurderinger der særskilt angår højt niveau. Det samme er tilfældet med samtalerne på besøgene. Det har den konsekvens at dokumentationen til dette afsnit primært består af spørgeskemaundersøgelsen. Her er 3.g-eleverne bl.a. blevet bedt om at angive deres grad af interesse for forskellige aspekter af fysikundervisningen: (Formuleringen af de enkelte spørgsmål er forkortet)

Tabel 7.2 Interesse for forskellige aspekter ved fysikundervisningen (Angivet i %)

	Stor interesse	En vis interesse	Begrænset interesse	Ingen interesse	Ved ikke
Beregning af fysiske størrelse	24	55	20	2	0
Eksperimenter	37	45	16	2	0
Fysikkens "grundlove"	53	36	9	3	0
Tekniske anvendelser	36	30	27	6	1
De menneskelige aspekter	20	42	32	6	1
Naturfænomener	33	40	24	3	0
Diskussion af forsk. emner	33	41	23	3	0
Perspektiver	22	42	28	5	4
Formulering af fys. problemstillinger	19	46	24	9	2

Kilde: PLS-rapport

Eleverne på højt niveau er mest interesserede i fysikkens grundlove, mens eksperimentelt arbejde kommer på andenpladsen. På tredjepladsen ligger beregning af fysiske størrelser. Eleverne er mindst interesserede i de menneskelige aspekter ved faget.

Vurdering af undervisningens indhold

Eleverne er i spørgeskemaundersøgelsen også blevet bedt om at vurdere omfanget af forskellige dele af undervisningen. Svarene fremgår af nedenstående tabel: (Spørgsmålene er forkortede)

Tabel 7.3 Omfanget af fysikundervisningens forskellige elementer (Angivet i %)

	For stort	Passende	For begrænset	Ved ikke
Undervisningen er teoretisk	28	69	3	1
God sammenhæng ml. teori og eksperimenter	6	73	18	3
Perspektiverende diskussioner	4	43	49	4
Vanskelige begreber/fysikproblemer diskuteres i klassen	5	49	41	4
Vanskelige begreber/fysikproblemer diskuteres i grupper	3	27	65	6
Faget kræver stor paratviden	17	60	16	6
Fysiske fænomener forklares med matematik	20	75	4	1
Fysiske fænomener forklares uden matematik	5	53	35	8

Kilde: PLS-rapport

Generelt er eleverne tilfredse med sammenhængen mellem teori og eksperimenter og med omfanget af matematiske forklaringer i undervisningen. Eleverne er også rimeligt tilfredse med omfanget af teori. Eleverne kunne godt tænke sig i højere grad at have gruppediskussioner af vanskelige begreber og fysikproblemer, og de kunne også tænke sig flere perspektiverende diskussioner og klassediskussioner af begreber og problemer.

Arbejdet med modeller

Som det også fremgik af højniveauelevernes oplevelse af forskellen på obligatorisk og højt niveau, arbejdes der mere med modeller på højt niveau. Eleverne er blevet spurgt om hvilke fænomener de har opstillet modeller for.

Tabel 7.4 Modellering på højt niveau (Angivet i %)

	Har arbejdet med	Har kendskab til	Har ikke kendskab til/arbejdet med
Stød	85	10	5
Kast	95	5	1
Svingning	92	6	2
Rotation	58	26	16
Planetbevægelse	55	27	18
Bevægelse med gnidning	91	8	2

Kilde: PLS-rapport

Sammenhængen med matematik
I de få selvevalueringsrapporter hvor eleverne har beskæftiget sig særskilt med højt niveau, handler det overvejende om sammenhængen med matematik. Det er et helt gennemgående træk at eleverne vurderer at det er meget svært at have fysik på højt niveau uden at have matematik på højt niveau. "Fysik på højniveau kræver mere eller mindre at man har matematik på højniveau, ellers opstår der meget nemt en manglende forståelse".

8.2.6 Anvendelse af IT set med elevøjne

I spørgeskemaundersøgelsen er højniveaueleverne blevet bedt om at vurdere omfanget af IT i undervisningen. Deres svar på udsagnet "IT anvendes i undervisningen" fordeler sig sådan:

Tabel 7.5 IT anvendelse i undervisningen (Angivet i %)

I for stort omfang	I passende omfang	I for begrænset omfang	Ved ikke
4	44	49	5

Kilde: PLS-rapport

De er også blevet bedt om at tage stilling i hvor stor omfang Internet og multimedier anvendes i undervisningen:

Tabel 7.6 Anvendelse af Internet og multimedier i undervisningen (Angivet i %)

	I stort omfang	I et vist omfang	I begrænset grad	Slet ikke	Ved ikke
Internet	2	10	27	59	3
Multimedier	4	14	39	39	5

Kilde: PLS-rapport

8.3 Sammenfatning

Højt niveau er generelt ret tyndt beskrevet i dokumentationsmaterialet. Det ser ikke ud til at der arbejdes bevidst og systematisk med overgangen fra obligatorisk til højt niveau i særligt stort omfang. Det mest iøjnefaldende på højt niveau er den store mængde af skriftlige opgaver der indgår i undervisningen primært som træning til den skriftlige eksamen. En anden ting der fremhæves, er den endnu tættere sammenknytning og anvendelse af matematik. Det eksperimentelle arbejde beskrives stort set ikke, og det fremgår tydeligt af læreres og elevers udsagn at der næsten ingen vægt er på at inddrage perspektiverne i undervisningen. Eleverne virker generelt tilfredse med undervisningen, men de kunne godt tænke sig flere perspektiverende diskussioner og mere gruppe- og diskussionsprægede arbejdsformer.

8.4 Konklusion og anbefalinger

Der er evalueringsgruppens klare opfattelse at undervisningen på højt niveau fungerer godt med den forholdsvis lille gruppe af motiverede elever som søger faget. Det er positivt at lærere og elever giver udtryk for at der på højt niveau er mulighed for at arbejde mere detaljeret og i dybden med matematiske modeller og med sammenhænge på tværs af emnerne. I den forbindelse ser det ud til at det skriftlige arbejde fungerer godt, og at eleverne rent faktisk får udviklet gode og sikre færdigheder i forhold til den skriftlige dimension i faget. Det er imidlertid også vores vurdering at der er et tidspres på højt niveau der betyder at mere selvstændige arbejdsformer, udadvendthed og perspektiver får en for lille vægt. Eleverne efterspørger også at de i højere grad får mulighed for at diskutere teori og begreber i klassen og i grupper. Evalueringsgruppen ser det som udtryk for det samme behov for at bruge sit dagligsprog som er beskrevet under obligatorisk niveau.

Evalueringsgruppen fornemmer endvidere at der ligger en væsentlig problemstilling i forhold til anvendelsen af matematik på højt niveau. Stort set alle elever og en del af lærerne giver udtryk for at det kun vanskeligt lader sig gøre at have fysik på højt niveau uden samtidig at have matematik på højt niveau. Det er meget, meget uhensigtsmæssigt hvis det er tilfældet. Det er ikke et officielt krav, og undervisningen i fysik på højt niveau må derfor ikke tilrettelægges ud fra et sådant implicit krav.

Anbefalinger

Evalueringsgruppen anbefaler at fysiklærerne lægger mere vægt på fagets perspektiver i undervisningen på højt niveau.

Evalueringsgruppen anbefaler at fysiklærerne tilrettelægger undervisningen så eleverne i højere grad får mulighed for at bearbejde det faglige stof med dagligsproget parallelt med fagsproget.

Evalueringsgruppen anbefaler at fysiklærerne sikrer at elever uden matematik på højt niveau ikke stilles dårligere i undervisningen end elever med matematik. Enten må der som en integreret del af højniveaufaget undervises i matematik (matematiske modeller), eller også må der laves andre typer opgaver.

9 Progression

Dette kapitel handler om progressionen i forhold til de tre delområder kernestof, perspektiver og eksperimentelt arbejde. Kapitlet handler om både obligatorisk og højt niveau, men lige som i de forrige kapitler er der i dokumentationsmaterialet mest vægt på obligatorisk niveau. Kapitlet er opbygget sådan at progressionen i de tre delområder gennemgås hver for sig. Derefter følger et afsnit om progressionen på højt niveau. Dokumentationen består af læreres og elevers selvevalueringsrapporter, af besøgssamtalerne og af 1. og 2.g-spørgeskemaundersøgelsen. Pga. undersøgelsestidspunktet har det ikke været muligt for 3.g'erne at tage stilling til progressionen på højt niveau, men i kapitlet "Højt niveau" har højniveaueleverne svaret på en række spørgsmål der angår udviklingen i det faglige indhold fra obligatorisk til højt niveau.

9.1 Progression i kernestoffet

Dette afsnit handler om progressionen i forhold til kernestoffet. Som det fremgår af kapitlet om undervisningen i kernestoffet, så er centrum for undervisningen en række forskellige fysiske emner som eleverne skal have en viden om og en forståelse af. Som en del af dette arbejde skal eleverne tilegne sig fysikkens begrebsapparat, blive fortrolige med formler og med at arbejde med modeller. Progressionen i dette område af faget handler altså primært om hvordan undervisningen er tilrettelagt i forhold til rækkefølgen af emner, og i forhold til opbygning af begreber, brugen af formler og opbygning af færdigheder i at arbejde med modeller.

Afsnittet indeholder en beskrivelse af fysiklærernes opfattelse af progressionen i forhold til kernestoffet. Dokumentationen til afsnittet består af lærernes selvevalueringsrapporter og af besøgssamtalerne.

9.1.1 Fysiklærernes opfattelse af progression i kernestoffet

Selvevalueringsrapporterne viser at fysiklærerne primært opfatter progression som et spørgsmål om sværhedsgrad. Og mange af rapporterne koncentrerer sig primært om hvordan de opfatter fagets emnekreds i forhold til spørgsmålet om progression.

Progression i forhold til emnekredsen

Der er ikke tale om en entydig forståelse af hvordan progression hænger sammen med kredsen af emner i undervisningen. Der udskiller sig tre forskellige tendenser når fysiklærerne skal vurdere emnernes indhold i forhold til en hensigtsmæssig tilrettelæggelse af undervisningen. De to første er de dominerende.

- Ingen forskel på sværhedsgraden

  Den ene tendens går på at der ikke er forskel på sværhedsgraden i de enkelte emner, og at der derfor ikke er én rækkefølge der er mere hensigtsmæssig frem for en anden. Det har den konsekvens at der ikke bliver tale om en samlet og jævn progression. "Der er ikke den helt store progression (i betydningen sværhedsgrad) i det faglige indhold inden for det enkelte år. Her går det nærmest som en savtak". Progressionen finder primært sted inden for det enkelte emne - og fagligt set starter man næsten forfra når man starter på et nyt emne.

- Begrebsmæssig sammenhæng og udvikling

  Den anden tendens går på at rækkefølgen af emner er central i forhold til undervisningens progression. En lille gruppe blandt selvevalueringsrapporterne henviser til at der er en begrebsmæssig sammenhæng og udvikling fra det ene emne til det næste: "Lærebogen har anbragt emnerne i en rækkefølge som det er en god idé at følge. I fysik bygger begreberne på hinanden og emnerne kan derfor ikke permuteres vilkårligt". Her er det lærebogen der bliver gjort til garant for den faglige progression. Ellers er der ikke i dokumentationen nogen konkrete eksempler på hvordan begreberne hænger sammen og udbygges og dermed heller ikke på hvordan undervisningen tilrettelægges med en progression i forhold til elevernes begrebsudvikling. En større gruppe mener at nogle emner rent faktisk er sværere end andre, og at progression handler om at tilrettelægge rækkefølgen af emnerne så der er en stigende sværhedsgrad. Sværhedsgraden begrundes bl.a. ved at henvise til hvor formeltungt emnet er. "De meget formelprægede emner tages først op så sent som muligt".

- Spiralprincip

  Endelig bliver der givet udtryk for en tredje progressionsforståelse. Her bruges metaforen "spiralprincip": "I fagstof benyttes ofte spiralprincippet, hvor vi vender tilbage til emner, og så løfter eleverne lidt højere op for hver gang". Det tyder på at der ikke er en indbygget forskel på emnernes sværhedsgrad, kompleksitet e.l., men at ethvert emne kan behandles fra et forholdsvist simpelt til et meget komplekst niveau. Progression er i den forstand noget der primært handler om det faglige beskrivelsesapparat.

Der er altså en del selvevalueringsrapporter der giver udtryk for at der er en form for naturlig progression i fysik, mens en anden del ikke ser en jævn progression.

Når den første gruppe yderligere skal konkretisere hvad progressionen består i, handler det overvejende om sværhedsgraden af den matematik der bruges, antallet af og kompleksiteten i begreber og endelig abstraktionsniveauet. Der er "(…) progression i forventningerne til elevernes fremlæggelse af stoffet med større krav om et præcist matematisk udtryk, større abstraktionsniveau og problemstillingens kompleksitet" Konkret ser det ud til at abstraktionsniveau er snævert knyttet til netop niveauet i anvendelsen af matematik og af begrebernes kompleksitet. Abstraktionsniveauet er på den måde et resultat af de to andre aspekter: "- i starten altid mange konkrete eksempler, derefter i stigende grad ræsonnementer ud fra grafer og formler med symboler samt manipulationer med formler og begreber".

9.2 Progression i perspektiverne

Dette område er stort set ikke belyst i dokumentationsmaterialet. Generelt har hverken fysiklærerne eller eleverne forholdt sig til hvordan arbejdet med fagets perspektiver og progression hænger sammen.

9.2.1 Fysiklærerne om progression i forhold til perspektiverne

Fordi arbejdet med perspektiver generelt er så svagt belyst, er det heller ikke muligt at sige ret meget om progressionsforståelsen i forhold til arbejdet med perspektiverne. Det er kun meget få af selvevalueringsrapporterne der overhovedet forholder sig til hvordan perspektiver og progression hænger sammen. "Det er nemmere at inddrage filosofi i 2.g, dels fordi de oplagte emner ligger her, og dels fordi elevernes matematiske kunnen er større. De er mere sprudlende".

9.3 Progression i eksperimentelt arbejde

Dette afsnit handler om progressionen i det eksperimentelle arbejde. I bekendtgørelsen står der som tidligere beskrevet at "der skal være progression i det eksperimentelle arbejde, som skal medvirke til at give eleverne fagligt og metodisk indsigt og overblik".

Dokumentationen til kapitlet består af lærernes selvevalueringsrapporter og af samtalerne på besøgene. Progressionen i forhold til dette område af faget er forholdsvis velbelyst sammenlignet med de andre delområder; det virker som at lærerne her har en klarere forståelse af progressionen eller har lettere ved at beskrive den.

9.3.1 Fysiklærerne om progression i det eksperimentelle arbejde

Af lærernes selvevalueringsrapporter og af besøgssamtalerne fremgår det at der er en langt mere entydig forståelse af progression i forhold til det eksperimentelle arbejde sammenlignet med progression i kernestoffet. Generelt giver lærerne udtryk for at progressionen består i større og større åbenhed i det eksperimentelle arbejde. Nedenfor følger en række eksempler på hvad lærerne lægger vægt på i starten:

- gennemskuelige opstillinger
- at øvelserne – især i 1.g – består af og omhandler problemer og fænomener der kan håndteres på et forholdsvist lavt abstraktionsniveau.
- der skal tages hensyn til at eleverne i starten har svært ved at kombinere fysiklokalets verden med dagligdagen. Velegnet til dette er fx energibetragtninger over opvarmning af vand (el, gas ved forskellige metoder), belysning (sparepære/glødepære), nyttevirkning af motorer.
- eleverne skal lære hvordan apparaturet bruges, og hvordan man begår sig i et laboratorium.

Mange lærere giver udtryk for at tilrettelægge forsøgene så de efterhånden bliver mere og mere åbne. Åbenheden kan skabes på flere forskellige måder. Nedenfor er angivet forskellige eksempler:

- eleverne laver selv deres vejledninger (rapporten og forklaringer skal være sådan at elever på samme niveau kan forstå den. De må gerne bruge gamle vejledninger, men de skal være klar over at de ikke nødvendigvis er de bedste, derefter kan de selv prøve at lave nye/andre vejledninger).
- der bruges ingen skabelon ved rapportskrivning; i stedet udstikker læreren nogle fokusområder: hvad er vigtigt at inddrage. Eleverne kan evt. også inddrage artikler.
- eleverne får kun formålet med forsøget at vide, og de skal så selv skal finde ud af tilrettelægge det.

9.4 Elevernes oplevelse af progression

Dette afsnit handler om elevernes oplevelse af progressionen i fysikundervisningen i forhold til de tre delområder i faget. Dokumentationen til afsnittet består af spørgeskemaundersøgelsen, elevernes selvevalueringsrapporter og samtalerne på besøgene.

I spørgeskemaundersøgelsen er eleverne blevet spurgt om deres oplevelse af fysikundervisningens udvikling fra dens begyndelse til tidspunktet for undersøgelsen. Ordet progression er ikke brugt da det ikke er sikkert at det giver mening for alle elever. (Spørgsmålene er let forkortede).

Tabel 8.1 Udviklingen i fysikundervisningen fra starten af 1.g til undersøgelsestidspunktet (Angivet i %)

	Køn	I høj grad	I nogen grad	I begrænset grad	Slet ikke	Ved ikke
Stoffet bliver sværere	Dreng	25	53	18	3	3
	Pige	23	56	18	3	1
Eleverne udfører selv forsøg	Dreng	17	46	29	4	4
	Pige	19	46	30	4	2
Bygge videre på sin viden fra et emne til det næste	Dreng	16	46	24	5	10
	Pige	18	46	22	4	10

Kilde: PLS-rapport

Flest elever giver udtryk for at undervisningsstoffet er blevet sværere. Knap halvdelen af eleverne mener at de kun i nogen grad kan bygge videre på deres viden fra ét emne til et andet, mens næsten en tredjedel mener at de kun i begrænset grad eller slet ikke kan gøre det. Dette blev underbygget i fokusgruppeinterview i forbindelse med spørgeskemaundersøgelsen. "Gennem fokusgrupperne gav flere elever udtryk for, at det er vanskeligt at bygge videre på tværs af emnerne, for eksempel fra spejling og brydning til atom- og kernefysik". Elevernes svar fordeler sig på næsten samme måde på spørgsmålet om rækkefølgen og gennemgangen af emnerne. Dog er der her en markant høj procentdel der svarer "ved ikke".

I selvevalueringsrapporterne er der også en del udsagn der peger mod at progressionen i undervisningen er lidt diffus for eleverne. " Det kan føles som om det samme stof gengives om og om igen". og "(…) man gennemgår det samme igen og igen". Over for dette er der også en del udsagn der tyder på at eleverne ikke oplever nogen sammenhæng mellem de enkelte emner, som fx dette: "I fysikundervisningen i gymnasiet kommer man omkring mange forskellige emner. Dette gør at hvis man taber tråden ved ét emne, så kan man tit hoppe på igen når man starter med et nyt emne". Over for dette står at eleverne i selvevalueringsrapporterne giver udtryk for at opleve en forholdsvis tydelig progression i forhold til anvendelsen af matematik i fysikundervisningen. På besøgene gav eleverne endvidere udtryk for at se en vis progression i det eksperimentelle arbejde hvor en stor del af eleverne oplever at forsøgene går fra at være lukkede til at blive mere åbne.

9.5 Højt niveau

Dette afsnit handler om progressionen på højt niveau. Beskrivelsen er ikke særlig omfattende idet progressionen i forhold til de tre delområder er næsten ubeskrevet i selvevalueringsrapporterne.

9.5.1 Lærerne om progression på højt niveau

De få selvevalueringsrapporter der indeholder en beskrivelse, er stort set enige om at det etårige højniveau har en lidt diffus progression, og at det bl.a. skyldes den meget korte tid der er til rådighed.

"På højniveau er progressionen mindre tydelig, da der kun er ét år til rådighed. Begynder man med mekanik, som faktisk udfylder ½ af tiden, er abstraktionsniveauet mindst lige så højt som når man kommer til magnetisme, hvor feltbeskrivelsen stort set er reduceret til nogle formler for B uden indre sammenhæng. Men det er klart, at ved årets slutning kan man stille større krav til elevernes viden, forståelse, overblik og færdigheder".

Gentagelsen af stof fra obligatorisk niveau?

På højt niveau indgår dele af stoffet fra obligatorisk niveau, og lærerne er i spørgeguiden til selvevalueringen blevet bedt om at vurdere hvad det betyder for progression på højt niveau. Ca. to tredjedele af selvevalueringsrapporterne har forholdt sig til spørgsmålet. Lidt flere end halvdelen mener at det er en fordel fordi det giver mulighed for at behandle stoffet på en ny måde når man møder det igen på højt niveau. Argumenterne handler om at det giver kontinuitet, og at emnerne kan behandles dybere og derved bidrage til større overblik og forståelse. Eller som det udtrykkes her:

"Det er indlysende, at kravet om, at behandlingen af fagstof på højniveau skal indbefatte fagstof fra obligatorisk niveau, bevirker en progression. På obligatorisk niveau koncentrerer man sig om et emne ad gangen, mens det på højt niveau er nødvendigt at kunne kombinere emnerne med en deraf følgende større sammenhæng og overblik".

"Realistisk set er der en hel del af stoffet fra obligatorisk niveau, som ikke helt er forstået. Det er der ikke noget mærkeligt i, da mange fysiske begreber bestemt ikke er simple. På højt niveau får man præciseret og udvidet begrebsapparatet. Derved får man langt bedre mulighed for at gå i dybden og få diskuteret noget af det uforståelige fra obligatorisk niveau. (Energibegrebet, spændingsforskel, temperatur, Newtons love)".

Lidt under halvdelen af selvevalueringsrapporterne hævder modsætningsvist at det har en negativ indflydelse på progressionen på højt niveau at dele af stoffet går igen. Det sker helt overvejende ud fra argumentet om at man kommer til at bruge en hel del tid på bare at repetere og vedligeholde stof. "Progressionen begrænses, da der skal anvendes en del tid til at repetere stoffet".

9.6 Sammenfatning

I bekendtgørelsen er der krav om at der skal være progression i kravene til elevernes tilegnelse af fagstoffet, og at der skal være progression i det eksperimentelle arbejde.
De klareste udtryk for progression giver både lærere og elever i forhold til anvendelsen af matematik og i forhold til det eksperimentelle arbejde. Progressionen i det eksperimentelle arbejde er den der er beskrevet mest konkret. Eleverne oplever at de i højere grad selv udfører eksperimenter, og at de efterhånden får en mere åben karakter. Det svarer også til en stor del af lærernes beskrivelse af progressionen i det eksperimentelle arbejde.

I forhold til faget som helhed har dokumentationsmaterialet ikke vist en fælles forståelse af progression blandt lærerne. Én forståelse handler om at der kun er progression inden for det enkelte emne idet der ikke er forskel på sværhedsgraden eller kompleksiteten i de enkelte emner. En anden forståelse går på at den emnemæssige rækkefølge er vigtig fordi emnerne begrebsmæssigt bygger oven på hinanden. Den tredje forståelse handler om at sværhedsgraden ikke er et spørgsmål om emnet i sig selv, men om måden det behandles på – det faglige beskrivelsesapparat. Eleverne giver heller ikke udtryk for en klar opfattelse af progressionen i fysik. En stor del synes at stoffet bliver sværere, men kan ikke helt beskrive hvordan. En del af eleverne giver udtryk for oplevelsen af at det er det samme der gennemgås igen og igen.

På højt niveau ser det ud til at progressionen også er lidt diffus, primært på grund af den korte tid og nødvendigheden af at træne eksamensopgaver.

9.7 Konklusion og anbefalinger

Det er evalueringsgruppens opfattelse at bekendtgørelsen ikke er til egentlig hjælp for fysiklærerne i forhold til spørgsmålet om progression idet progressionsbegrebet ikke er forklaret nærmere. Vi vurderer at fysiklærerne har en tydelig progressionsopfattelse når det gælder anvendelsen af matematik og i forbindelse med det eksperimentelle arbejde. I matematik anvendes der mere avancerede og dermed sværere beskrivelsesredskaber i løbet af de tre år. Det fremgår implicit at anvendelsen af matematik også skal ses i sammenhæng med udviklingen af fysiske modeller. I det eksperimentelle arbejde udvikler eleverne større og større selvstændighed og en større rutine i anvendelsen af forsøgsapparaturet.

Det er imidlertid også evalueringsgruppens opfattelse at progression i forhold til faget som helhed er en lidt diffus størrelse. Det er tilsyneladende kun få lærere der meget bevidst tilrettelægger undervisningen ud fra en tænkning i faglige og pædagogiske mål som har deres udgangspunkt i elevernes begrebsmæssige forståelse, arbejdet med perspektiverne og valget af arbejdsformer. Sammenhængen mellem perspektiverne og elevernes fagopfattelse indgår slet ikke i

progressionstænkningen selvom der her ville være mulighed for at behandle fx filosofisk og historisk stof på mange niveauer. Og i forlængelse af det at arbejde med en bevidst progression i dybden af den filosofiske og teoretiske tænkning.

Det er også evalueringsgruppens opfattelse at der godt nok er en solidt forankret tradition for hvordan tingene formidles, men der er ikke en tilsvarende solid pædagogisk tradition for at se hvornår eleverne rent faktisk lærer. Det er vores vurdering at et større fokus på fagdidaktikken, på pædagogiske og læringsmæssige forhold vil fremme opmærksomheden om progressionen i faget.

Det er endvidere vores vurdering at det vil være et godt middel til at fokusere og motivere elevernes arbejde med fysik at fysiklærerne taler med eleverne om progressionen, og at udgangspunkt og mål for undervisningen er noget der løbende tages op og diskuteres.

Anbefalinger
Evalueringsgruppen anbefaler at fysiklærerne generelt bliver mere opmærksomme på progressionen som den er beskrevet i Gymnasiebekendtgørelsens § 7.

Evalueringsgruppen anbefaler at fysiklærerne øger deres opmærksomhed på progressionen i forhold til alle fagets delområder ud fra en opfattelse af at eleverne skal bringes videre med deres nuværende ståsted som udgangspunkt. Frem for blot at tænke progression som "en generelt stigende sværhedsgrad" må progressionen nøjere vurderes i forhold til udviklingen i

- elevernes abstraktionsevne
- brug af fagsprog
- inddragelse af perspektiver
- anvendelse af matematik
- erfaringer og begreber
- arbejdsformer og selvstændighed (gruppearbejde, problemformulering, projektarbejdsform)
- mundtlig og skriftlig formidling
- opgaver, undersøgelser og eksperimenter (fx fra lukkede til mere åbne)
- tekstgrundlaget for elevernes egen læsning

Evalueringsgruppen anbefaler fysiklærerne også at bruge deres progressionsforståelse pædagogisk ved at inddrage eleverne i deres tanker om undervisningens udgangspunkt og slutmål og at bruge dette aktivt i forbindelse med planlægningen af undervisningen.

10 Studieforudsætninger

Dette kapitel handler om fysikundervisningens betydning for elevernes forudsætninger hvormed de starter på en videregående uddannelse. I dette kapitel skelnes der generelt ikke mellem obligatorisk og højt niveau da dokumentationsmaterialet ikke lægger op til en sådan skelnen. Ifølge Gymnasiebekendtgørelsen er alle fagene i gymnasiet underlagt en række fælles mål, herunder at undervisningen skal være studieforberedende. Det studieforberedende er delt op i hhv. specifikke og generelle studiekompetencer. Fokus i dette afsnit er de forudsætninger der kan knyttes til de tre delområder i faget der er behandlet i denne del af rapporten. Det vil sige de specifikke studiekompetencer der udvikles i fysik med henblik på videregående studier inden for naturvidenskab. Udvikling af generelle studiekompetencer behandles i del II Tilrettelæggelse og arbejdsformer.

Kapitlet bygger på fysiklærernes og skoleledelsernes selvevalueringsrapporter og på besøgssamtalerne. Desuden inddrages interviewundersøgelsen (DMA rapporten) af hvilket syn undervisere og studerende på videregående uddannelser har på begrebet studiekompetence – særligt med henblik på fysik.

10.1 Fysik og studieforudsætninger – set med lærerøjne

Dette afsnit handler om fysiklærernes opfattelse af hvad der er det vigtigste i fysikundervisningen i forhold til elevernes videre uddannelse.

I spørgeguiden til selvevalueringen er lærerne blevet spurgt om hvilke forudsætninger undervisningen sigter mod at udvikle hos eleverne i forhold til videregående studier. Der skelnes ikke i ret mange rapporter mellem obligatorisk og højt niveau, men hvor det sker, er der en tendens til at obligatorisk niveau i højere grad betragtes som almendannende, mens højt niveau anses for studieforberedende. Det er dog kun en svag tendens, men generelt er der et uafklaret forhold mellem fysik som almendannelse og fysik som et studieforberedende fag. For nogle fysiklærere er det stort set det samme der er almendannende og studieforberedende. For andre er det to forskellige ting der supplerer hinanden, mens det for andre igen er to forskellige ting der udelukker hinanden. I den forbindelse er det værd at bemærke at den generelle holdning blandt

undervisere på aftagerinstitutionerne er at fysik i gymnasiet primært skal være almendannende. Med almendannende mener de at fysikundervisningen skal sigte på at give en bred gruppe af elever forståelse for naturvidenskabelig tankegang frem for at forberede en lille gruppe studerende bedst muligt til videregående studier.

I hovedparten af selvevalueringsrapporterne fremhæves – med et overbegreb – den naturvidenskabelige arbejdsmetode som det væsentligste studieforberedende element i fysikfaget. De enkelte rapporter fremhæver hver især forskellige aspekter:

- brugen af matematiske modeller: Mange selvevalueringsrapporter peger på at fysik er det fag hvor man i størst udstrækning bruger de matematiske modeller, og at det kan bruges i mange videregående studier.
- det reduktionistiske princip
- analyse af fysiske problemstillinger
- systematisk indsamling og bearbejdning af data
- det eksakte sprog
- rapportskrivning
- at kunne foretage beregninger.

Det er karakteristisk at lærerne anser disse metodiske færdigheder som anvendelige i mange forskellige typer af studier og ikke kun i uddannelser der indeholder fysik. I en mindre gruppe blandt selvevalueringsrapporterne fremhæves det faglige indhold, fx evnen til at kunne fordybe sig i et fysikfagligt indhold, og viden om de grundlæggende fysiske begreber.

Problemstillinger
Temaet fysik og studieforudsætninger indgik også i en del af samtalerne på besøgene. Her viste det sig også at temaet ofte udfolder sig i et spændingsfelt mellem kvalitative over for kvantitative metoder og metode over for indhold.

- Kvalitativt – kvantitativt
  Nogle fysiklærere oplever at man i bestræbelsen på at imødekomme alle elever på obligatorisk niveau efterhånden er gået for meget på kompromis med fagets kvantitative aspekt. Samtidig er det disse fysiklæreres holdning at det studieforberedende netop primært ligger i det kvantitative. "Eleverne er solgt når de skal læse videre hvis ikke faget går mere i retning af det kvantitative aspekt igen". Og: "Hvis man reducerer brugen af matematik, vil man reducere fysikforståelsen og fysikfaget så meget at det slet ikke svarer til universitetsfaget".

- Indhold – metode
  I forlængelse af udsagnene i selvevalueringsrapporterne understregede de fleste lærere at de anser metoden som det vigtigste i faget i forhold til videregående studier. På en del besøg blev der spurgt ind til om lærerne gjorde det tydeligt for eleverne hvad de ser som det centrale i faget. Indtrykket er at det ikke er så almindeligt at lærerne ekspliciterer deres viden om og holdninger til dette over for eleverne. "(Vi) tror ikke at eleverne faktisk ved at det er metoden der er vigtig. For dem er det emnerne/indholdet, selvom læreren forsøger at fremhæve vigtigheden af metoden. Generelt er det gymnasiets styrke at eleverne møder forskellige metoder, og her spiller fysik en vigtig rolle".

  Ud af de samlede selvevalueringsrapporter er der en femtedel der mener at obligatorisk niveau ikke forbereder eleverne til videregående studier på en tilfredsstillende måde. I den ene rapport er synspunktet at obligatorisk niveau kun forbereder til studier hvor et begrænset fysikkendskab er nødvendigt. I de to andre rapporter handler det om at lærerne ser elevernes forudsætninger fra grundskolen som så ringe at de ikke mener at de to-tre års fysik i gymnasiet kan løfte eleverne til et rimeligt afgangsniveau.

10.2 Skoleledelsernes syn på fysik og studieforudsætninger

Det er kun meget få af ledelsesrapporterne der forholder sig til spørgsmålet om hvordan fysik bidrager til udvikling af elevernes forudsætninger for videregående uddannelse. De fleste der udtrykker sig om dette, er enige om at fysik bestemt er studieforberedende – med henvisning til den naturvidenskabelige metode. Kun en enkelt ledelsesrapport ser obligatorisk niveau som primært almendannende.

10.3 Studerendes og aftageres syn på studiekompetencer

DMA har lavet en interviewundersøgelse med undervisere og studerende på forskellige typer af videregående naturvidenskabelige uddannelser. Formålet med undersøgelsen var at få afdækket dels de studerendes oplevelse af fysikundervisningen i gymnasiet set i forhold til deres nuværende studie, og dels hvilke holdninger underviserne har til de studerendes forudsætninger.

I dette afsnit bliver der fokuseret på det emnemæssige indhold og på de metodiske færdigheder der udvikles i undervisningen. Set fra aftagerinstitutionerne beskrives metodiske færdigheder eller metodekompetence som de arbejdsmetoder, den analytisk proces og den tankegang der ligger til grund for fysikfaget. Metodiske færdigheder skal således forstås bredt; i de færreste uddannelser er der brug for konkrete færdigheder i at udføre eksperimentelt arbejde. I stedet lægger aftagerinstitutionerne meget vægt på begrebet naturvidenskabelig tankegang – en kompetence der også udvikles i andre naturvidenskabelige fag som biologi og kemi. I bekendtgørelsen for fysik

er begrebet naturvidenskabelig tankegang ikke nævnt eksplicit. Men under fagets identitet og formål er en formulering der dækker dette: "Forklaring og fortolkning af omverdenen skal i vekselvirkning med eksperimentelt arbejde give indsigt i begreber, sammenhænge og metoder".

Dette afsnit indeholder først studerendes holdninger til fysikundervisningen i gymnasiet set i forhold til deres nuværende naturvidenskabelige studie. Derefter følger en gengivelse af undervisernes vurdering af de studerendes indgangsniveau med særligt henblik på den viden og de færdigheder de har udviklet via gymnasiets fysikundervisning.

10.3.1 Studerendes vurdering af gymnasiets fysikundervisning

De studerende vurderer generelt at det emnemæssige indhold i fysikundervisningen er passende. Der er dog mange studerende der mener at der er for mange emner, og det giver undervisningen en tendens til at blive overfladisk. Det gælder især på obligatorisk niveau. Mange studerende har den holdning at undervisningen i gymnasiet var for abstrakt. De synes at fysikfaget i gymnasiet er for lidt anvendelsesorienteret og har for dårlig forbindelse til virkeligheden. Nogle mener at fysikfaget i for høj grad handler om den klassiske fysik, og at der ikke perspektiveres nok i forhold til nutiden. Det er dog ikke alle der er enige i den vurdering idet nogle understreger at det er nødvendigt med denne vægtning fordi den klassiske fysik udgør en basis for den videre forståelse. På alle typer af videregående uddannelser vurderer de studerende at fysik i gymnasiet har givet dem en god forståelse af naturvidenskabelige tankegang. Desuden understreger de fleste at det er værdifuldt at have fået så god øvelse i at skrive rapporter.

10.3.2 Undervisernes vurdering af de studerendes indgangsniveau

Der er lidt forskel på undervisernes vurdering af den emnemæssige viden de studerende har. Det afhænger af hvilken type uddannelse der er tale om. På de lange naturvidenskabelige uddannelser vurderer underviserne at de emnemæssige kompetencer kun har begrænset betydning for studieegnetheden. Det skyldes at uddannelserne starter "fra bunden". Her vurderer underviserne generelt at de studerendes emnemæssige viden er i orden. På de øvrige uddannelser lægger underviserne lidt større vægt på det emnemæssige indhold. Det gør de fordi fysik på disse uddannelser typisk er et hjælpefag, og ikke et mål i sig selv. På nogle af disse uddannelser kunne underviserne godt tænke sig en lidt større sikkerhed i forhold til emneindholdet hos de studerende.

På alle uddannelserne lægger underviserne meget vægt på metode. Underviserne vurderer generelt at gode metodekompetencer er en forudsætning for at kunne lære fysik. Det er samtidig på dette område at underviserne har den hårdeste kritik af de studerende – og dermed af gymnasiets fysikundervisning. Underviserne oplever at der er en lille gruppe af meget dygtige studerende der bare kan, mens en stor gruppe ikke har tilstrækkelige metodefærdigheder. Som

eksempel på metodefærdigheder gives på den ene side de studerendes evne til talbehandling og til håndtering af usikkerheder. Den finder mange undervisere helt utilstrækkelig. Den anden side gælder de studerendes kendskab til det naturvidenskabelige begrebsapparat. Her oplever nogle undervisere at de studerende ikke er tilstrækkeligt sikre i det naturvidenskabelige fagsprog.

10.4 Sammenfatning

Blandt fysiklærerne er der ikke en entydig skelnen mellem det almendannende og det studieforberedende. Men i forhold til spørgsmålet om udvikling af forudsætninger for videregående uddannelse er lærerne og skoleledelserne meget enige om at det centrale er den naturvidenskabelige metode. Det er sammenfaldende med aftagerinstitutionernes holdning til hvad der er det væsentligste i forhold til at begynde et videregående studium inden for naturvidenskab. Underviserne på aftagerinstitutionerne er imidlertid ikke helt tilfredse med de studerendes metodemæssige kompetencer. De vurderer at det især halter med de studerendes evne til talbehandling og til at håndtere det naturvidenskabelig fagsprog. Men aftagerne siger samtidig at de lægger vægt på at fysik skal være et almendannende fag med et bredt sigte. Det vigtigste er ikke at give nogle få elever en meget specifik forberedelse til et videregående studium.

10.5 Konklusion

Evalueringsgruppen har på samme måde som aftagerne den opfattelse at fysik skal være et bredt anlagt fag af almendannende karakter. Evalueringsgruppen støtter også det synspunkt at evnen til at håndtere naturvidenskabelig metode og det naturvidenskabelige fagsprog er vigtigere end specielle kundskaber om specifikke emner. Imidlertid kan metodekundskaber ikke ses uafhængigt af fagets indhold. Man kan ikke beherske naturvidenskabelig metode uden at anvende den på et konkret indhold. Det er evalueringsgruppens opfattelse at fysik har en særlig vigtig rolle i forhold til at udvikle elevernes færdigheder i at anvende naturvidenskabelig metode. Dette kan styrkes yderligere ved at udvikle den eksperimentelle del af faget.

Del II Tilrettelæggelse og arbejdsformer

Denne del handler om tilrettelæggelsen af fysikundervisningen og om anvendelsen af arbejdsformer. I forhold til tilrettelæggelsen er det temaerne tematisk/systematisk undervisning og tværfaglighed der er i fokus. Kapitlet om arbejdsformer indeholder først en beskrivelse af hvilke arbejdsformer der anvendes i fysik. Derefter gengives læreres og elevers holdninger til to af arbejdsformerne: klasseundervisning og gruppearbejde, mens projektarbejdsformen behandles i del lll om det skriftlige arbejde i fysik. Efter dette følger et kapitel om elevernes mundtlighed i fysikundervisningen. I lighed med del I og III afrundes del II med kapitlerne Progression og Studieforudsætninger.

Som ramme for del II præsenteres først fysikfagets tilrettelæggelsesformer og undervisningsbegrebet iflg. Gymnasiebekendtgørelsen og nogle af de udviklingsinitiativer vedrørende tilrettelæggelse og arbejdsformer som pågår i disse år, og som også fysik deltager aktivt i.

Normalforløb og fagpakker
Fysik er på de fleste skoler tilrettelagt på den måde som fremgår af Gymnasiebekendtgørelsen, nemlig med et toårigt obligatorisk niveau og et etårigt højniveau. På en del skoler tilbydes fysik højniveau i en såkaldt fagpakke sammen med matematik. Det betyder at de to fag tages som et samlet forløb fra starten af 2 g. I evalueringen indgår skoler der har fagpakker, og skoler der har normalforløb.

Gymnasiebekendtgørelsen
Gymnasiebekendtgørelsens § 7 siger om undervisningens tilrettelæggelse og arbejdsformer: "Undervisningen skal tilrettelægges, så fagene gensidigt støtter hinanden. Undervisningen skal give eleverne mulighed for at tilegne sig og anvende forskellige arbejdsformer, studiemetoder og hensigtsmæssige arbejdsvaner samt lære dem at bruge relevante faglige hjælpemidler, så de får størst muligt udbytte af undervisningen i gymnasiet og under videre uddannelse. Undervisningen skal vedligeholde og udbygge grundlæggende færdigheder og skal udvikle elevernes mundtlige

og skriftlige udtryksfærdighed og formidlingsevne samt inddrage informations- og kommunikationsteknologi (IT)….Fremmedsprogede tekster kan indgå i alle fag".[16]

§7 stk. 3: "Alle lærere skal medvirke til at koordinere undervisningen med henblik på at sikre sammenhængen mellem fagene og en passende fordeling af den enkelte elevs arbejde".

Disse regler gælder for alle fag i det almene gymnasium. I fagbilaget for fysik (Gymnasiebekendtgørelsens bilag 14) står der følgende om tilrettelæggelse og arbejdsformer: "Undervisningen skal tilrettelægges, så den omfatter kernestoffet, perspektiverne, eksperimentelt arbejde og opgaver. Undervisningen skal tilrettelægges i form af emner og/eller projekter. Undervisningen skal tilrettelægges, så der er progression i kravene til tilegnelsen af fagstof og arbejdsmetoder".

I tilknytning til fagbilaget er udarbejdet en undervisningsvejledning om hvordan fysikundervisningen kan tilrettelægges, og hvilke arbejdsformer man kan anvende mv. Men da der er såkaldt metodefrihed i tilrettelæggelsen af undervisningen i det almene gymnasium, er undervisningsvejledningen ikke retligt bindende, men den angiver nogle muligheder og virker normsættende.

Udvikling i tilrettelæggelse og arbejdsformer
Fysik har som andre af gymnasiets fag deltaget i det forsøgs- og udviklingsarbejde der har været og er om tilrettelæggelse og arbejdsformer. Det har bl.a. drejet sig om undervisningsdifferentiering, IT og projektorganiseret undervisning. I forbindelse med "Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser" deltager fysik også. Dels er og bliver der igangsat et større antal forsøgs- og udviklingsprojekter på skolerne, dels indgår fysik i de skriftlige initiativer. I denne forbindelse skal nævnes initiativet om fagsamarbejde og projektarbejde og "Udvikling af fysikundervisningen i det almene gymnasium" som begge handler om og inddrager tilrettelæggelses- og arbejdsformer.[17]

I evalueringen indgår der skoler der deltager i de nævnte udviklingsinitiativer, både inden for fysikfaget og på andre områder.

[16] Gymnasiebekendtgørelsens § 7 stk.2 og § 19 omhandler elevers inddragelse i planlægning og evaluering. Disse forhold behandles i kapitlet om evaluering og medbestemmelse. § 8 vedrører omlægning af det skriftlige arbejde; det behandles i kapitlet om rettepraksis og omlægning.
[17] "Samspil mellem fagene I og II – debathæfte om fagsamarbejde og projektarbejde i det almene gymnasium" Udviklingsprogrammets hæfte 5a og 5b, "Udvikling af fysikundervisningen i det almene gymnasium – et debatoplæg og ramme for forsøg" Udviklingsprogrammets hæfte 4. Alle Uddannelsesstyrelsen 2000 og 2001

11 Undervisningens tilrettelæggelse

Dette kapitel handler om dels hvordan lærerne tilrettelægger undervisningen i forhold til hhv. systematiske/tematiske forløb og tværfaglighed, og dels hvilke overvejelser der knytter sig til de forskellige tilrettelæggelsesprincipper. Kapitlet omfatter både obligatorisk og højt niveau. Dokumentationen består af lærernes selvevalueringsrapporter og besøgssamtalerne.

11.1 Tematiske/systematiske forløb - læreropfattelser

I spørgeguiden til selvevalueringen er lærerne blevet spurgt om hvordan de tilrettelægger undervisningen, fx i forhold til undervisningsprincipper som tematisk eller videnskabscentreret. Mange af selvevalueringsrapporterne bruger begreberne systematisk og disciplinært synonymt med begrebet videnskabscentreret. Generelt er selvevalueringsrapporterne ikke så fyldige i deres beskrivelser på dette punkt, så dokumentationen giver ikke et helt klart billede af hvordan undervisningen typisk tilrettelægges, eller af hvor stor variationen er fra lærer til lærer.

Forholdet mellem tematisk og systematisk undervisning forklares ofte ved at henvise til forskellen mellem obligatorisk og højt niveau. Generelt ser det ud til at undervisningen på højt niveau er tilrettelagt overvejende systematisk, mens det på obligatorisk niveau i forskellig grad er indlagt tematiske forløb. I hovedparten af selvevalueringsrapporterne giver lærerne udtryk for at tematisk undervisning ikke bruges på højt niveau fordi tidspresset er for stort når alle emner skal nås. Samtidig er der presset fra den skriftlige eksamen der afslutter højt niveau. I en enkelt selvevalueringsrapport henvises der til at eleverne skal bruge faget i deres videre uddannelse, og at det er den systematiske side af faget der interesserer højniveaueleverne. Lærerne vurderer generelt at der er bedre tid på obligatorisk niveau til også at kunne lave tematiske forløb.

Der knytter sig en række forskellige overvejelser og argumenter til hhv. de tematiske og systematiske forløb. En del af disse overvejelser blev uddybet i samtalerne på skolebesøgene. I en del af selvevalueringsrapporterne bliver der givet udtryk for at det er overordnede hensyn som variation i undervisningen og indholdet af de enkelte stofområder der bestemmer den nærmere tilrettelæggelse. En del lærere gav på besøgene udtryk for at eleverne er langt mere positivt

indstillet over for temaarbejde sammenlignet med den systematiske undervisning som mange elever finder kedelig.

Problemstillinger knyttet til tematisk undervisning
På et besøg blev følgende udtrykt:

"Ved tematisk undervisning får eleverne indblik i et stof og et emne, men ikke altid overblik. Vigtigt at eleverne får oplevelsen af at beherske noget; det kan i det hele taget være et problem i fysik, men især ved tematisk undervisning. Hvis man skal bruge temaundervisning skal det være ekstremt gennemtænkt, så man ikke gør eleverne usikre på deres viden og kompetencer. Temabøger er ofte alt for omfattende og mangler klarhed i forhold til hvad det er man skal lære. Når undervisningen er tematisk, mangler elever og lærere ofte en klar tilkendegivelse af hvilke begreber og kundskaber man skal lære".

Af andre problemer nævnes:

- Der kræves en vis basal viden for at forfølge et tema ud i sine forgreninger
- Tematisk læsning er mere tidskrævende
- Skolen råder desværre kun over et beskedent antal nyere temabøger – og kopiering er dyrt
- Bekendtgørelsen opleves som en spændetrøje; det tager for lang tid at gennemgå emnerne tematisk.

11.2 Elevernes oplevelse af tilrettelæggelsen

I spørgeskemaundersøgelserne er eleverne blevet spurgt om i hvor stort omfang de oplever at arbejde i længere sammenhængende temaer og forløb.

Tabel 10.1 Arbejde tilrettelagt i længere forløb og temaer (Opdelt på drenge og piger og angivet i %)

	I for stort omfang	I passende omfang	I for begrænset omfang	Ved ikke
1.g og 2.g drenge	12	65	18	6
1.g og 2.g piger	8	66	19	6
3.g begge køn	8	72	18	2

Kilde: PLS-rapport

Blandt 1. og 2.g'erne er ca. to tredjedele af eleverne tilfredse med omfanget af længere sammenhængende temaer og forløb. Der er stort set ingen forskel på drenges og pigers vurderinger. I 3.g er der lidt flere der vurdere at undervisningen indeholder sammenhængende

temaer og forløb i passende omfang. På skolebesøgene er elevernes synspunkt blevet nuanceret idet flere elever her har udtrykt ønske om mere tematisk undervisning.

11.3 Tværfaglighed

Dette kapitel handler om fysikfaget som tværfag og om lærernes og elevernes holdninger til tværfaglighed i fysik. Dokumentationen til kapitlet bygger på lærernes og elevernes selvevalueringsrapporter og i mindre omfang på besøgssamtalerne.

11.3.1 Praksis og holdninger til tværfaglighed - læreropfattelser

Lærerne er i spørgeguiden til selvevalueringen blevet bedt om 1) at angive hvor fysik ligger på en skala fra 1-10 mht. tilbøjelighed til at indgå i tværfaglige forløb, og 2) at vurdere bl.a. elevernes læring og engagement ved tværfaglighed.

Hvor meget tværfaglighed?
Der er i alt 10 besvarelser af spørgsmålet om hvor fysik ligger placeret på en skala fra 1-10 mht. tværfaglighed. De ligger med nogenlunde jævn spredning fra 1 til 9. Gennemsnitligt vurderer lærerne fysik til at ligge på 5. Ingen af selvevalueringsrapporterne har angivet om der er forskel på obligatorisk og højt niveau. Men ud fra lærernes udsagn om at højt niveau primært er præget at systematisk undervisning, kunne det tyde på at tværfaglighed gør sig mindre gældende her. Det underbygges af det skema lærerne har udfyldt om hvor mange timer der bruges på forskellige undervisningsaktiviteter. Ifølge opgørelsen af skemaet bruges der i gennemsnit to procent af undervisningstiden på tværfagligt samarbejde på højt niveau. En del af dette er formodentlig de klasser der indgår i fagpakkeforløb (matematik og fysik). På obligatorisk niveau er der ifølge skemaerne så få tværfaglige forløb at det er gjort op i procenter.

Lærerne er også blevet bedt om at tilkendegive om de ønsker mere tværfaglighed, eller om de er tilfredse med det nuværende omfang. Her deler lærerne sig i to grupper. Den første og største gruppe vil gerne øge tværfagligheden eller beholde det store omfang de allerede har. Skolerne i denne gruppe peger på at det er praktiske problemer pga. strukturen i valggymnasiet der forhindrer samarbejdet. Den anden gruppe ser ingen grund til at lave flere tværfaglige forløb da de ikke skønner at det har den store værdi. Bl.a. mener en del af lærerne ikke at kernestoffet kan behandles ved tværfagligt samarbejde.

Knap halvdelen af selvevalueringsrapporterne har forholdt sig til hvordan tværfaglighed påvirker elevernes engagement og lærelyst. Igen falder svarene i to, men nogenlunde lige store grupper. Den ene grupper mener ikke at de oplever større engagement fra elevernes side når undervisningen er tværfaglig. Den anden gruppe har den modsatte erfaring. De oplever at

eleverne er meget glade for fagsamarbejde, og de "er glade for at få en oplevelse af at fysik ikke er alene i verden".

Lærerne er også blevet bedt om at vurdere hvilket læringsudbytte eleverne har ved tværfagligt samarbejde. Det har seks selvevalueringsrapporter gjort. Hovedparten af rapporterne vurderer at eleverne får et ret stort udbytte. Det har betydning for

- elevernes formidlingsevner fordi de tvinges til at anvende fysik og fysiske begreber i andre faglige sammenhænge
- elevernes forståelse af at fysik kan være relevant i andre faglige sammenhænge
- almendannelsen idet eleverne indser at fagene behandler de samme emner og begreber
- helhedssyn og sammenhænge
- at få eleverne til at se fagene som supplerende hinanden og som specielle indfaldsvinkler til et område.

En del af selvevalueringsrapporterne peger på at det er meget relevant at fysik indgår i samarbejde med både humanistiske fag og andre naturvidenskabelige fag. Men de understreger også at det kan være næsten umuligt med den struktur der er i valggymnasiet.

I en mindre del af rapporterne mener lærerne at det faglige udbytte er større ved enkeltfaglig undervisning, og igen fremhæves det at tværfaglighed og kernestof kan være svære at få til at gå hånd i hånd: "Det vil sjældent være her, vi forventer indlæring af kernestof, idet lærerprocessen i faget er vanskelig for eleverne, hvorimod anvendelse og videreudbygning af allerede kendt stof lettere ville kunne inddrages".

"Det er vigtigt for fysik også at indgå i andre fag. Eleverne er glade for at kunne se relevansen af fysik i andre fag. Der er en stor synergieffekt ved at lærerne bruger de samme begreber. I stedet for at bruge hver deres begreber for det samme. Vi skal vise eleverne at der er fælles naturvidenskabelige principper. Det er vigtigt at skabe et fælles grundlag".

"Vi har haft glæde af at arbejde med emnet "verdensbilleder". Det giver fysik et historisk perspektiv. Der er behov for de store fortællinger. Vi ser masser af muligheder ved at arbejde tværfagligt".

11.3.2 Hvad siger eleverne om tværfaglighed?

I begge spørgeskemaundersøgelser er eleverne blevet bedt om at forholde sig til forskellige spørgsmål om fysik som tværfag:

Tabel 10.2 Fysik som tværfag (Angivet %)

		For stort omfang	Passende omfang	For begrænset omfang	Ved ikke
Man arbejder med fysikkens sammenhæng med andre fag, fx filosofi, historie og samfundsfag	1.g og 2.g	1	16	67	16
	3.g	2	24	67	7
Man arbejder sammen med andre nat.vid. fag i tværfaglige forløb	1.g og 2.g	1	22	58	18
	3.g	3	33	56	8
Man lærer noget der kan bruges i andre fag i gymnasiet	1.g og 2.g	3	54	36	7
	3.g	4	61	35	1

Kilde: PLS-rapport

Det er tydeligt at eleverne synes at tværfagligheden er alt for begrænset. Det gælder både i forhold til de humanistiske, samfundsfaglige og de andre naturvidenskabelige fag. Eleverne er lidt mere positive når det gælder muligheden for at bruge noget af det de lærer i fysik i andre fag. Men stadig er det over en tredjedel af eleverne der ikke oplever at det er tilfældet. Højniveau-eleverne er generelt lidt mere tilfredse med omfanget af det tværfaglige arbejde end eleverne på obligatorisk niveau, og de er lidt mere positive i forhold til mulighederne for at anvende viden fra fysik i andre fag. Eleverne er også blevet spurgt mere specifikt om sammenhængen til biologi og kemi og matematik:

Tabel 10.3 Fysiks relationer til biologi, kemi og matematik (Angivet i %)

		Meget god	God	Mindre god	Dårlig	Ved ikke
Biologi	1.g og 2.g	1	14	42	37	6
	3.g	2	13	32	30	23
Kemi	1.g og 2.g	12	51	25	8	4
	3.g	5	52	20	8	15
Matematik	1.g og 2.g	25	53	17	4	1
	3.g	48	40	7	4	2

Kilde. PLS-rapport

Over tre fjerdedele af eleverne på obligatorisk niveau oplever at fysikfaget har god eller meget god sammenhæng med matematik. På højt niveau er det næsten alle elever der oplever

sammenhængen med matematik som god eller meget god. Knap to tredjedele af eleverne på obligatorisk niveau oplever at sammenhængen til kemi er god eller meget god, mens størstedelen af eleverne oplever sammenhængen til biologi som mindre god eller dårlig. Elevernes holdning til sammenhængen med biologi og kemi underbygges også af fokusgruppeinterviewene.

"Alle tre fag (biologi, kemi og fysik) kunne med fordel i højere grad forholde sig til de samme problemstillinger – eksempelvis hvorfor der er forskellige formler for bakterievækst i biologi, fysik og kemi. På denne måde kunne fagene kædes sammen, og forskelle og ligheder bringes i fokus. Barrierene for et sådant samarbejde er i de fleste situationer, at ikke alle elever på de forskellige hold har fagene på samme niveau".

I nogle få af selvevalueringsrapporterne giver eleverne udtryk for at enkelte har prøvet at have tværfaglige forløb. De elever der har prøvet det, synes at det er både spændende og værdifuldt. "Nogle få lærere lægger vægt på, at undervisningsforløbet skal være tværfagligt. Dette gør at man igen får en større forståelse, og med alternativ indlæring huskes emnet oftest bedre". Ellers behandles temaet om tværfaglighed i fortælling to eller fortælling tre. Her handler det om at der er alt for lidt af det , og at det får fysikfaget til at virke meget isoleret. Denne pointe blev også understreget på en del af besøgene hvor nogle elever bl.a. gav udtryk for at "fysik er et lidt "indelukket " fag".

Eleverne peger først og fremmest på de andre naturvidenskabelige fag som oplagte samarbejdspartnere, men de ser også gode muligheder i at samarbejde med humanistiske fag, især sprogfagene og historie.

11.4 Sammenfatning

Dokumentationsmaterialet giver ikke et fyldestgørende billede af hvordan undervisningen tilrettelægges i forhold til hhv. et videnskabscentreret eller tematisk undervisningsprincip. I de dokumentationskilder der angår eleverne, er der lidt forskellige vurderinger af hvorvidt de er tilfredse med omfanget af den tematiske undervisning. I spørgeskemaundersøgelsen er eleverne overvejende tilfredse med omfanget, mens selvevalueringsrapporterne og besøgssamtalerne gav et lidt andet indtryk. Her efterspørger eleverne generelt mere temaarbejde.

Mange lærere og næsten alle elever vil gerne lave mere tværfagligt samarbejde. Men der er væsentlige strukturelle forhindringer i forhold til at gennemføre tværfaglige undervisningsforløb idet valgstrukturen betyder at eleverne i en stamklasse samtidig følger undervisning på forskellige andre hold.

11.5 Konklusion og anbefalinger

I evalueringsgruppen kan vi ikke helt vurdere undervisningens tilrettelæggelse på baggrund af dokumentationsmaterialet. Men det er vores opfattelse at fysik i højere grad end nu bør udfolde sig i tværfaglige forløb eller projekter. Vi vurdere at det er meget væsentligt for elevernes opfattelse af fysik som et dynamisk fag der kan bruges i mange sammenhænge. Vi er på den anden side opmærksomme på at valggymnasiets struktur hvor eleverne fordeler sig på mange fag, kan gøre det vanskeligt at gennemføre samarbejde mellem fagene.

Det er vores vurdering at størstedelen af det stof der nævnes i bekendtgørelsen sagtens kan dækkes ind ved temaarbejder og i projekter. Det kræver en omstilling hos mange fysiklærere og et mere fleksibelt syn på hvordan udmøntningen af kernestoffet kan ske. Her er der ikke noget krav om at alt skal behandles til samme fordybelse. Men det gør den faglige tradition derimod. Desuden ser vi det som problematisk at den skriftlige eksamensform på højt niveau indirekte spiller en rolle for den systematiske tilgang og teoretiske fordybelse omkring kernestoffet på obligatorisk niveau. Det er især kernestoffet fra obligatorisk niveau der indgår som forudsætning for arbejdet med ikke mindst den skriftlige dimension (opgaver) på højt niveau. Vi finder det uheldigt at eksamensformen på højt niveau (for de få der vælger det) skal bruges som argument for at fastholde en traditionel struktur, vægtning og fordybelsesgrad på det obligatoriske niveau (for de mange).

Anbefalinger

Evalueringsgruppen anbefaler at temaarbejde og projektarbejde får mere plads i undervisningen og at hensynet til en hensigtsmæssig progression og læring går forud for hensynet til den strukturelle faglige tradition. Det kræver en omstilling hos mange fysiklærere og et mere fleksibelt syn på hvordan udmøntningen af kernestoffet i bekendtgørelsens paragraf 3.2 kan ske. Der er jo intet krav om at alt skal behandles til samme fordybelse. Bekendtgørelsen siger ikke ret meget om fordybelsen. Det gør traditionen derimod. En lang række af de nævnte fænomener og begreber der oplistes i bekendtgørelsen, kan glimrende dækkes ind i temaarbejder og projekter.

Det er evalueringsgruppens opfattelse at fysik i højere grad end nu bør udfolde sig i tværfaglige forløb eller projekter. Evalueringsgruppen er på den anden side opmærksom på at valggymnasiets struktur hvor eleverne fordeler sig på mange fag, i betydelig grad vanskeliggør samarbejde mellem gymnasiets fag.

Evalueringsgruppen peger på det problematiske i at den skriftlige eksamensform på højniveau indirekte spiller en rolle for den systematiske tilgang og teoretiske fordybelse omkring kernestoffet på obligatorisk niveau. Det er især kernestoffet fra obligatorisk niveau der indgår som

forudsætning for arbejdet med ikke mindst den skriftlige dimension (opgaver) på højniveau. Evalueringsgruppen finder det uheldigt at eksamensformen på højniveauet (for de få der vælger det) skal bruges som argument for at fastholde en traditionel struktur, vægtning og fordybelsesgrad på det obligatoriske niveau (for de mange).

12 Arbejdsformer

Dette kapitel handler om arbejdsformerne i fysikundervisningen. Af bekendtgørelsesstof på dette område er der Gymnasiebekendtgørelsen og herunder bekendtgørelsen for fysik. I Gymnasiebekendtgørelsen § 7 står der om arbejdsformer at:

"Undervisningen skal give eleverne mulighed for at tilegne sig og anvende forskellige arbejdsformer, studiemetoder og hensigtsmæssige arbejdsvaner samt lære dem at bruge relevante faglige hjælpemidler, så de får størst muligt udbytte af undervisningen i gymnasiet og under videre uddannelse. Undervisningen skal vedligeholde og udbygge grundlæggende færdigheder og skal udvikle elevernes mundtlige og skriftlige udtryksfærdighed og formidlingsevne samt inddrage informations- og kommunikationsteknologi (IT)".

I Gymnasiebekendtgørelsen § 1 i står der ikke noget direkte om arbejdsformer, men delmål tre angiver en række mål der godt kan ses som noget der bl.a. udvikles gennem de arbejdsformer som eleverne får lejlighed til at anvende. Undervisningen skal "fremme elevernes ansvarlighed, selvstændighed, kreativitet og samarbejdsevne, samtidig med at elevernes beredskab til at håndtere forandringer styrkes".

Det er tydeligt at de angivne krav er forholdsvis rummelige. Der er ikke nogen specifikke anvisninger på eller vejledning til hvordan lærerne konkret skal tilrettelægge undervisningen mht. anvendelsen af arbejdsformer. Det hænger selvfølgelig sammen med metodefriheden at der ikke er nogen krav som læreren skal leve op til på det konkretiseringsniveau.

I bekendtgørelsen for fysik står der følgende om både obligatorisk og højt niveau af relevans for arbejdsformerne:

- Om formidling af fagstof: Eleverne skal "- i et korrekt fagsprog både mundtligt og skriftligt kunne formidle såvel teoretiske som eksperimentelle emner med et fysisk indhold".
- Om undervisningen, stk. 3.1: "Undervisningen skal tilrettelægges, så der er progression i kravene til tilegnelse af (…) arbejdsmetoder".

- Om bedømmelseskriterierne til eksamen stk. 4.7.1: "I bedømmelsen indgår, i hvilken grad eksaminanden i relation til eksamensspørgsmålet - i et klart og præcist fagsprog redegør for begreber, fænomener og sammenhænge".
- Om obligatorisk niveau står der desuden at "undervisningen skal tilrettelægges i form af emner og/eller af projekter" (stk. 3.1).

Dette kapitel har fokus på de forskellige arbejdsformer der anvendes i fysik med undtagelse af individuelt arbejde med opgaveregning og projektarbejde. De behandles i rapportens tredje del: Skriftligt arbejde. Som parallel til tredje dels fokus på elevernes skriftlige kompetenceudvikling, er det i dette kapitel et afsnit om elevernes mundtlige kompetenceudvikling. Kapitlet er bygget op således at obligatorisk og højt niveau behandles selvstændigt i de tilfælde hvor det er muligt ud fra dokumentationsmaterialet. Kapitlet indeholder:

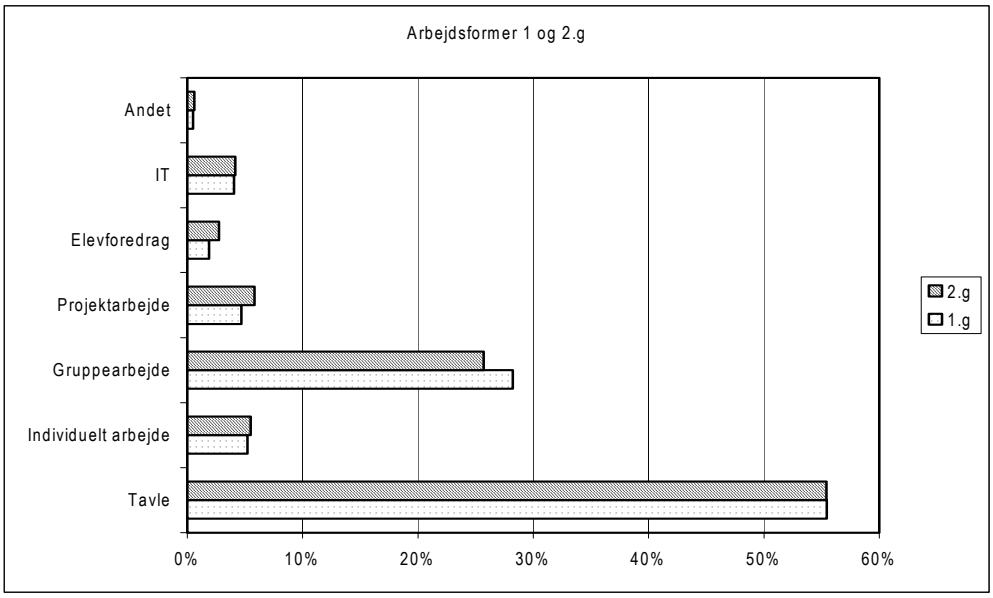
- En beskrivelse af hvordan de forskellige arbejdsformer er fordelt på hhv. obligatorisk og højt niveau
- Læreres og elevers holdninger til de forskellige arbejdsformer
- Elevernes mundtlighed i undervisningen
- Progressionen i arbejdsformer som den beskrives af lærere og elever
- Udvikling af forudsætninger for videregående uddannelse i forlængelse af de anvendte arbejdsformer.

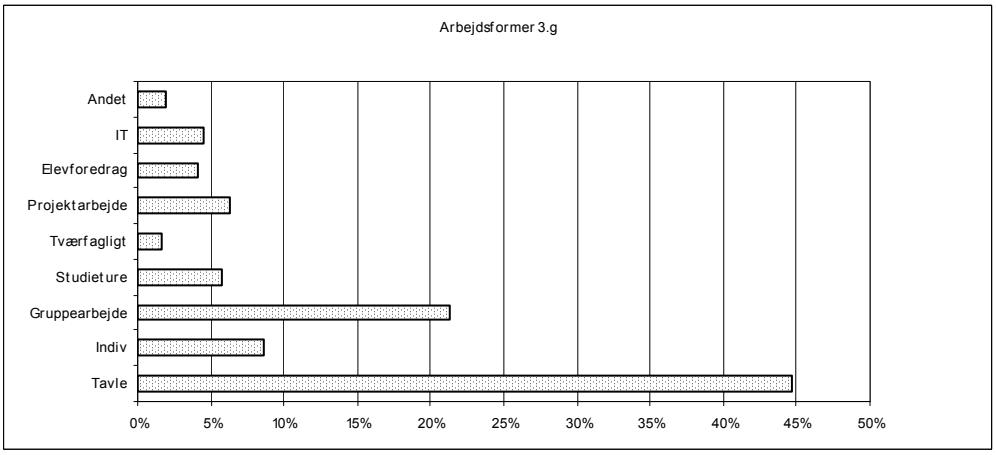
Dokumentationen til kapitlet består af lærernes og elevernes selvevalueringsrapporter, af besøgssamtalerne, og i det sidste afsnit om forudsætninger for videregående uddannelse inddrages også DMA-undersøgelsen.

12.1 Fordelingen af arbejdsformer

Begrebet klasseundervisning kan rumme mange forskellige nuancer; fra at læreren holder forelæsning til en samtale med få eller mange deltagere. Det er ikke muligt at skelne mellem disse forskellige former for klasseundervisning ud fra dokumentationen. I nogle selvevalueringsrapporter og i nogle besøgssamtaler blev der skelnet meget skarpt mellem forskellige former for klasseundervisning i som tavlegennemgang og klassesamtale efter graden af elevaktivitet. Andre har slet ikke fundet det meningsfuldt at arbejde med en sådan skelnen. I de følgende afsnit er klasseundervisning defineret som undervisning hvor fokus er på læreren med en større eller mindre inddragelse af eleverne. Gruppearbejde er langt mere entydigt; dog er par- og gruppearbejde slået sammen så det består af to eller flere elevers mere selvstændige arbejde med faget. Graferne viser lærernes svar på fordelingen af arbejdsformer angivet i procent af den samlede undervisningstid.

12.1.1 Lærernes beskrivelse af fordelingen





12.2 Klasseundervisning

I spørgeguiden til selvevalueringen er lærerne blevet bedt om at angive hvilke hensigter/mål de har med de forskellige undervisnings og –arbejdsformer. Disse er blevet uddybet på en del af besøgssamtalerne. Stort set alle elevernes selvevalueringsrapporter indeholder også vurderinger af de forskellige undervisningsformer i fysik. Det er også blevet uddybet i samtalerne med eleverne på skolebesøgene. I dette afsnit er det klasseundervisningen der er i fokus.

12.2.1 Klasseundervisning ifølge lærerne

Klasseundervisning er samlet set den mest benyttede undervisningsform i fysik ifølge både lærernes egne opgørelser og elevernes oplevelse. I stort set alle selvevalueringsrapporterne har lærerne forholdt sig til spørgsmålet om hvad klasseundervisningen bruges til. Det helt dominerende billede er at lærerne ser klasseundervisning som det bedste middel til at formidle stoffet hurtigt og sikkert. En del lærere mener at det er nødvendigt med meget klasseundervisning for at give eleverne en forståelse af stoffet i bogen samtidig med at hele pensum skal nås.

Enkeltrapporter har desuden følgende holdninger til hvad hensigten med klasseundervisningen er:

- Den får eleverne til at tænke
- Misforståelser kan blive rettet
- Den logiske naturvidenskabelige tænkemåde overleveres bedst ved denne form
- Den giver eleverne en vigtig evne til at debattere i et forum
- Formen er oplagt når generelle misforståelse/fejl i de skriftlige afleveringer kræver at blive rettet
- Den bruges til at kontrollere om eleverne har forstået stoffet
- Man kan vise eleverne hvad der er det væsentligste ved stoffet.

I forhold til højt niveau er det et gennemgående argument at der er et tidspres der gør det nødvendigt med meget klasseundervisning; igen med understregning af at det er den mest effektive måde at videregive stoffet til eleverne.

Elevernes deltagelse

På en del af besøgssamtalerne blev klasseundervisningen også diskuteret, bl.a. spørgsmålet om hvor mange elever der typisk deltager. Flere lærere gav udtryk for at det langt det meste af tiden maksimalt er en tredjedel af eleverne der deltager aktivt i samtale. I den forbindelse pegede flere lærere på at det er nødvendigt at udvikle nogle former for klasseundervisning hvor alle eleverne inddrages når nu klasseundervisningen bruges så meget. Et forslag var at eleverne kunne inddeles i grupper og diskutere teksten/lektien her inden den fælles gennemgang.

Fagforståelse og undervisningsformer
På en del besøg blev det også tydeligt at lærernes fagforståelse spiller en stor rolle for deres valg af undervisningsform. Følgende udsagn stammer fra besøgene og peger netop på dette:

- fysik er et videnstungt fag; det er nødvendigt med et vist fagligt niveau før arbejdsformerne udvides
- abstrakt tænkning udvikles bedst ved klasseundervisning
- stoffet er så vanskeligt at det skal gennemgås mindst én gang ved tavlen
- skal man lære videnskabsfaget fysik, kan det kun nås på "gammeldags manér".

12.2.2 Klasseundervisning ifølge eleverne

Der er det generelle træk i elevernes selvevalueringsrapporter at klasseundervisning vurderes som både rigtigt godt og rigtigt skidt. Det fremgår også af følgende citater der stammer fra den samme elevrapport:

"Klasseundervisning giver den grundlæggende viden og teori om et emne (…) eventuelle misforståelser og spørgsmål ved hjemmearbejde, gruppearbejde eller læsning i timen, besvares, udbedres, rettes eller gennemgås en ekstra gang".
"Klasseundervisning kan være kedelig og langtrukken, især hvis lærerne ikke formår at inddrage eleverne aktivt i undervisningen. Det bør ikke være som en forelæsning".

Klasseundervisning som sådan problematiseres ikke af eleverne, men der er en række forskellige parametre der har betydning for om den opleves som positiv eller negativ. Disse parametre er: omfanget af klasseundervisningen og elevernes oplevelse af at blive inddraget. Det er et generelt træk i elevernes selvevalueringsrapporter at de synes klasseundervisning fylder for meget. Mange giver udtryk for at tavleundervisning er den typiske undervisningsform. Det er på samme måde et generelt træk at eleverne ikke føler sig inddraget når undervisningen foregår oppe ved tavlen.

"Fysik på klassen kan godt være kedeligt, da måden det bliver præsenteret på, tavleundervisning, er ret ensformig. Den enkeltes medvirken i undervisningen begrænses ofte til at citere bogen efter papegøjemetoden".

Når eleverne ikke inddrages, oplever de heller ikke at læreren har føling med om de forstår stoffet.
"Fysik bliver hurtigt kedeligt når kommunikationen går tabt mellem lærere og elever. Det er ikke sjovt at sidde og høre på noget man ikke forstår, så kunne man lige så godt sætte en video på".

Det egner klasseundervisning sig til
Ifølge eleverne egner klasseundervisningen sig til at introducere nyt stof. En mindre del af eleverne giver også udtryk for at der er en del svært og utilgængeligt stof i fysik som gør det nødvendigt at en stor del af undervisningen er lærerstyret og foregår oppe fra tavlen.

12.3 Gruppearbejde

Gruppearbejde er her defineret som det arbejde der foregår ved at to eller flere elever arbejder mere selvstændigt med faget i fællesskab. I fysik indgår der - med hele den eksperimentelle side af faget – naturligt en hel del gruppearbejde. I dette afsnit beskrives hhv. læreres og elevers holdninger til gruppearbejdet som det fremgår af deres selvevalueringsrapporter og af samtalerne på besøgene.

12.3.1 Gruppearbejde ifølge lærerne

Seks ud af det samlede antal lærerselvevalueringer har i meget korte vendinger forholdt sig til hvordan gruppearbejdet bruges i undervisningen. Det er dermed ikke særligt velbelyst hvordan gruppearbejde bruges ud over dét der er i forbindelse med det eksperimentelle arbejde. Nogle lærere forholder sig neutralt til arbejdsformen og konstaterer bare at de bruger den til planlægning og udførelse af eksperimentelt arbejde, til opgaveregning og til projektarbejde. En del lærere er kritiske over for gruppearbejde fordi eleverne efter deres mening ikke har den nødvendige arbejdsdisciplin, og at det faglige niveau bliver meget lavt. Andre lærere vurderer at arbejdsformen er god til at lade eleverne selv arbejde med stof der kan være svært at forstå, og at eleverne udvikler samarbejdsevne, tolerance og lyst til at deltage og engagere sig.

12.3.2 Gruppearbejde ifølge eleverne

Eleverne har nogle meget forskellige holdninger til gruppearbejde. På den ene side vil de gerne have større mulighed for at arbejde selvstændigt med fysik i grupper. På den anden side giver eleverne også udtryk for at gruppearbejdsformen kan være svær at håndtere. Generelt mener eleverne at læreren skal tage ansvar for følgende i forbindelse med gruppearbejde:

- Gruppernes sammensætning. Eleverne har forskellige opfattelser af om grupperne skal sammensættes så fx de stærke elever er sammen, eller om de skal være mere blandende i forhold til stærke og svage elever. Men de er enige om at det er lærerens ansvar at der bliver taget stilling til dette, og at det tænkes ind i forhold til indholdet i gruppearbejdet hvor der eksempelvis kunne differentieres i kravene til arbejdet.
- Sammenhængen mellem gruppearbejde og undervisningen. Eleverne er meget opmærksomme på at gruppearbejdet skal være meningsfuldt. Dermed mener de at opgaven skal egne sig til at arbejde med i en gruppe. Eleverne er meget kritiske over for opgaver til gruppearbejde der bagefter gennemgås slavisk af læreren ved tavlen. Ifølge eleverne giver det ingen motivation i

arbejdet fordi man har fornemmelsen af at man lige så godt kunne lade være med at lave det på forhånd i gruppen.

Hvis disse forhold er i orden, vil langt de fleste elever gerne arbejde i grupper.

12.4 Elevernes mundtlighed

Elevernes mundlighed er ikke særligt uddybet i bekendtgørelsens beskrivelse af undervisningen i fysik på begge niveauer. I forbindelse med det delområde i faget der hedder "Formidling af fagstof", står der om både obligatorisk og højt niveau at eleverne skal "i et korrekt fagsprog både mundtligt og skriftligt kunne formidle såvel teoretiske som eksperimentelle emner med et fysisk indhold". Af betydning for mundtligheden i faget er også det faktum at eleverne som afslutning på begge niveauer skal op til en mundtlig eksamen. Ét af bedømmelseskriterierne til den mundtlige prøve er netop evnen til at udtrykke sig i et klart og præcist fagsprog.

Det fremgår af opgørelsen over fordelingen af de arbejdsformer der bruges i fysik at klasseundervisningen er den der fylder mest. Samtidig giver både lærere og elever udtryk for at det er forholdsvis få elever der deltager mundtligt i den klassesamtale der udfolder sig som en del af klasseundervisningen. Det er med andre ord ikke mange elever der får øvelse i at formulere sig mundtligt om fysik i forbindelse med denne undervisningsform. Af undervisningsformer hvor elevernes egen mundtlighed er central, er elevforedrag/oplæg den mest oplagte. Men også i forbindelse med gruppearbejde hvor eleverne taler sammen om fysikfaglige emner, kan eleverne få øvelse i den mundtlige udtryksform.

12.4.1 Lærerne om elevernes mundtlighed

Elevernes mundtlighed i fysikundervisningen er meget svagt belyst i lærernes selvevalueringsrapporter. Kun i to rapporter behandles udviklingen af elevernes mundtlige udtryksfærdigheder som et selvstændigt tema. I den ene erkender lærerne at de ser mulighederne som begrænsede pga. det store antal elever. Den anden rapport pointerer at mundtligheden kommer ind via elevfremlæggelser af velafgrænsede afsnit fra bogen, elevgennemgang af regneopgaver og elevoplæg om et givent emne. På et besøg fortalte en lærer om at lade en elev gennemgå et forsøg for resten af klassen så eleven kan få lov at fortælle de andre om noget de ikke har læst på forhånd.

12.4.2 Mundtligheden set med elevøjne

Eleverne er generelt meget opmærksomme på deres muligheder for at udtrykke sig mundtligt om fysik i undervisningen. Eleverne fokuserer på mundtligheden både ud fra at det er en god måde at

blive inddraget i undervisningen på, at de mener at det ville være gavnligt for deres læring, og at det ville være hensigtsmæssigt i forhold til den mundtlige eksamen.

Den gennemgående holdning er at deres egen mundtlighed fylder alt for lidt. "I fysikundervisningen bliver der ikke lagt nok vægt på, at eleverne skal lære at udtrykke sig mundtligt". Eleverne hæfter sig ikke meget ved at de har erfaringer med planlagte elevfremlæggelser, men de giver derimod udtryk for at opleve "overhøringer" som de selv kalder det. Det vil sige at en eller flere elever bliver udpeget i timen til at komme op ved tavlen og gennemgå noget af stoffet for klassen. Det er lidt forskelligt hvordan eleverne vurderer disse overhøringer; en del synes egentlig at det er en fin måde at blive hørt på fordi man bliver tvunget til at formulere sig om fysik, andre synes at det giver et godt udbytte at høre på en elev frem for på læreren fordi eleverne bruger nogle andre ord. En anden del af eleverne synes at formen er dårlig fordi den bruges som skræmmemiddel, og at det ikke er de bedste betingelser for at stå frem og formulere sig mundtligt.

12.5 Sammenfatning

Klasseundervisning omfatter alt fra lærerens foredrag og tavlegennemgang uden aktiv inddragelse af eleverne til en mere dialogisk præget undervisningsform hvor mange eller få er aktive. Eleverne oplever at klasseundervisning kan opleves som enten noget meget positivt eller som noget meget negativt. Denne dobbelthed afspejler sandsynligvis at kvaliteten i klasseundervisningen er knyttet til lærerens personlighed, formidlingsevne, engagement og evne til at inddrage mange elever – og ikke bare nogle få - aktivt i samtalen om stoffet. Gruppearbejde anvendes normalt i det eksperimentelle arbejde og i arbejdet med småopgaver i klassen. Bortset herfra ser det ikke ud til at gruppearbejde spiller nogen vægtig rolle i fysikundervisningen. Den mundtlige formidling er i vidt omfang knyttet til elevernes aktive deltagelse i klassesamtalen som kan have karakter af overhøring. Eleverne er imidlertid særdeles opmærksomme på det betydningsfulde i at de kan tale i et almindeligt og samtidigt præcist sprog om fysiske forhold.

12.6 Konklusion og anbefalinger

Evalueringsgruppen finder at der er stor overensstemmelse mellem lærernes og elevernes opfattelse af omfanget og anvendelsen af de forskellige arbejdsformer. Men deres vurderinger af hensigtsmæssigheden er temmelig forskellige. Det er evalueringsgruppens opfattelse at lærerne i en stor del af undervisningstiden er fastholdt i en traditionel undervisningsform som ikke er i overensstemmelse med udviklingen indenfor moderne pædagogik, og som ikke fremmer elevernes selvstændige læring. Den manglende selvstændighed bemærkes da også af aftagerinstitutionerne, men skal selvfølgelig ikke tilskrives fysikundervisningen alene. Det er et generelt problem i mange fag. Imidlertid er der netop i fysikundervisningen nogle virkeligt gode

muligheder for at udvikle elevernes selvstændighed; muligheder som bare ikke udnyttes fuldt ud. Fysikundervisningen bør i højere grad tage udgangspunkt i elevernes selvstændige læring ved at benytte arbejdsformer der understøtter elevernes eget skriftlige og mundtlige arbejde. Mundtlige oplæg ved eleverne, et forpligtende gruppearbejde hvor eleverne fremlægger teoretisk stof og opgaver for hinanden, projektarbejde med skriftlige rapporter og mundtlige oplæg er muligheder som nævnes af såvel lærere som elever, men som optræder alt for sparsomt. Selvom ca. 25% af undervisningen bruges til gruppearbejde, så rummer det for størstedelen det eksperimentelle arbejde som udføres i grupper med to eller tre elever efter en vejledning.

Anbefalinger

Evalueringsgruppen anbefaler at lærerne i deres valg af praksis i undervisningen i højere grad tager udgangspunkt i pædagogiske overvejelser over elevernes forudsætninger og læring på den ene side og deres intentioner og mål for undervisningen på den anden. Lærerne må være opmærksomme på at arbejdsformer som tavlegennemgang og klasseundervisning ofte skaber passive elever. Derfor må der i højere grad anvendes arbejdsformer der forpligter den enkelte elev fx ved mundtlige og/eller skriftlige fremlæggelser i gruppearbejde og projektarbejde. Læreren må imidlertid også være opmærksom på at sådanne arbejdsformer skal læres for at kunne anvendes effektivt.

Evalueringsgruppen anbefaler at der lægges større vægt på arbejdsformer der giver eleverne mulighed for at tale med læreren og hinanden om fysik i et almindeligt sprog.

13 Progression

Der er ikke i dokumentationen grundlag for at kunne identificere en progression i forbindelse med de tilrettelæggelsesprincipper og de arbejdsformer der blev behandlet i forrige kapitel. Der er ikke noget klart billede af om undervisningen starter i det tematiske og derefter bevæger sig mod et mere systematisk princip. Det er der nogle lærere der gør, men andre beskriver at de gør det modsatte. Argumentet er i det første tilfælde at det er vigtigt at starte bredt og med en forankring i elevernes hverdag, mens argumentet i det andet tilfælde er at det er vigtigt først at få nogle grundlæggende formler og begreber på plads før man kan bevæge sig ind i mere tematiske sammenhænge. Tværfagligheden er så godt som ikke-eksisterende i gennem alle tre år, så der er heller ikke nogen progressionsforståelse at udlede af dette.

Progression i arbejdsformer findes primært i forbindelse med det eksperimentelle arbejde og –projektarbejde som er beskrevet i andre kapitler. Det er ikke muligt at se en udvikling i fx omfanget af den mest dominerende arbejdsform: klasseundervisningen hen over de tre år. Klasseundervisningen bruges i lidt større omfang på højt niveau. Det vil med andre ord sige at der ikke sker en forskydning fra vægt på klasseundervisningen i retning af mere selvstændige arbejdsformer fra 1.g til 2.g og igen til højt niveau i 3.g. Der er derimod tale om en klar udvikling mod øget selvstændighed i forhold til det eksperimentelle arbejde gennem forløbet.

14 Studieforudsætninger

I dette kapitel behandles spørgsmålet om studieforudsætninger set fra aftagersiden. Fokus er de forudsætninger der bliver eller kunne blive udviklet gennem dels måden undervisningen tilrettelægges på, og dels de arbejdsformer eleverne får mulighed for at prøve kræfter med. Først bliver spørgsmålet om fysik som tværfag diskuteret fordi det er et aspekt som både de studerende og underviserne på de videregående uddannelser går meget op i. Senere behandles generelle studiekompetencer forstået som evnen til at arbejde selvstændigt, analytisk og med en kritisk holdning til stoffet.

Dokumentationen til afsnittet består af interviewundersøgelsen og den dokumentation der er inddraget i de forgående kapitler i delen.

14.1 Aftagersynspunkter

14.1.1 Fysik som tværfag

I gymnasiet indgår fysik i den naturvidenskabelige faggruppe sammen med matematik, kemi, geografi og biologi. Fagene har, med undtagelse af matematik, dét til fælles at verden beskrives ud fra observationer og lovmæssigheder.

Generelt vurderer underviserne at det er vigtigt at de studerende kan se denne sammenhæng; de fælles bestræbelser i fagene, og de fælles tankesæt. Underviserne vurderer samtidig at de studerende ved indgangen til det videregående studie kun er meget lidt bevidste om hvordan sammenhængen er mellem de naturvidenskabelige fag, og hvordan fagene forbinder sig til problemstillinger i den virkelige verden. På den baggrund er det undervisernes opfattelse at det ikke lykkes for gymnasieundervisningen i fysik – eller i de andre naturvidenskabelige fag – at tydeliggøre sammenhængen for eleverne.

14.1.2 Evnen til at arbejde selvstændigt

Underviserne vurderer også evnen til at arbejde selvstændigt meget højt. Deres opfattelse er at de studerende i meget høj grad møder op med en forventning om at blive undervist meget traditionelt, dvs. med en meget lærerstyret tavleundervisning. Dette passer ikke sammen med den

udstrakte frihed der er på de videregående uddannelsesinstitutioner og det deraf følgende ansvar for selv at tilrettelægge arbejdet med studiet.

14.2 Sammenfatning

Underviserne på aftagerinstitutionerne lægger meget vægt på evnen til at se fysik i en større naturvidenskabelig sammenhæng, men det er samtidig deres vurdering at gymnasiets fysikundervisning ikke lægger nok vægt på dette. Den vurdering passer med både fysiklæreres og –elevers beskrivelse af tværfagligheden. Generelt er der meget lidt tværfaglighed i fysikundervisningen når man ser bort fra det tætte forhold faget har til matematikken. Lærerne medgiver at tværfagligheden ikke er særlig udtalt, men mange peger på at det i meget høj grad skyldes den struktur der er i valggymnasiet. Den gør det på det nærmeste umuligt med tværfaglige forløb med andre fag end de store fællesfag efter 1.g. En gruppe blandt fysiklærerne mener ikke at tværfaglighed giver stort nok fysikfagligt udbytte, men der er det altså aftagernes vurdering at det også er essentielt for fysikforståelsen at kunne se den større naturvidenskabelige sammenhæng. Hvorvidt der også ligger en værdi i tværfaglighed i forhold til humanistiske eller samfundsvidenskabelige fag, siger interviewundersøgelsen ikke noget om.

I forhold til evnen til at arbejde selvstændigt så vurderer aftagerne at de studerende møder med en forventning om at undervisningen er meget lærerstyret og foregår ved en tavle. Det gør en stor del af fysikundervisningen også, men samtidig er der i fysik i forbindelse med det eksperimentelle arbejde gode muligheder for at eleverne lærer at arbejde selvstændigt. Samtidig er der også elever der peger på at det eksperimentelle arbejde giver dem evne til kritisk vurdering af stoffet. Gruppearbejdet er derimod ikke en særlig anvendt arbejdsform til andet end eksperimentelt arbejde og i nogle tilfælde til opgaveregning.

DEL III Den skriftlige dimension

Fagenes skriftlige dimension indgår som et væsentlig led i det almene gymnasiums almendannende og studieforberedende sigte. Tydeligst viser det sig ved at højniveaufag på A-niveau typisk afsluttes med en skriftlig prøve; det samme gælder for visse obligatoriske fag på B-niveau, bl.a. matematik. Hertil kommer den større skriftlige opgave i 3.g hvor den enkelte elev efter eget valg skriver om et emne i dansk, historie eller et af sine højniveaufag. Størstedelen af de såkaldte mellemniveaufag har en skriftlig dimension i form af krav om et produkt, typisk en skriftlig rapport, som forudsætning for at gå til eksamen på almindelige vilkår. For alle fag med en skriftlig dimension gælder at den er ret præcist beskrevet både med hensyn til omfanget og ved understregningen af at det skriftlige arbejde indgår på to måder i undervisningen, nemlig i timerne og som en del af elevers selvstændige arbejde med faglige problemstillinger, eksperimentelt arbejde o.l.

Den skriftlige dimension har gennem de sidste 10 år været under ændring:

- IT er blevet en del af gymnasiets hverdag
  Elever kan vælge at bruge PC til studentereksamen, skriftlige afleveringer er selvom de stadig de fleste steder afleveres på papir, skrevet på PC, brugen af Internet og faglige programmer kan indgå som en del af elevers skriftlige arbejde, det samme gælder grafiske lommeregnere. Både på de enkelte skoler, i amter og i Undervisningsministeriet har der været fokus på IT både i form af anskaffelse af maskiner og software og i form af efteruddannelse af lærerne. Der er store forskelle i anvendelse af IT fra skole til skole og fra lærer til lærer, men netop i forhold til det skriftlige arbejde er IT slået kraftigt igennem.
- Nye former for skriftlighed og skriftlige opgaver
  I 1990erne startede Undervisningsministeriet et skrivepædagogisk initiativ med fokus på processkrivning. Det udløste en del skolebaseret efteruddannelse, kurser i de faglige foreningers regi og satte sig spor i undervisningsvejledningerne i de store skrivefag, herunder fysik. En udløber af dette initiativ er omlagt undervisning hvor hensigten er at vejlede eleverne undervejs i deres opgaveskrivning. Derudover har der i undervisningsministerielt regi gennem en årrække foregået et udviklingsarbejde vedr. de skriftlige studentereksamensopgavers form og indhold som også fysik har deltaget i.[18]

[18] Eksamensopgaver i fysik – en analyse af opgavesættet ved skriftlig studentereksamen maj 1998 ved Carsten Claussen m.fl.,Uddannelsesstyrelsen/Det gymnasiale område, oktober 2000.

I § 7 i Gymnasiebekendtgørelsen, som er den paragraf der vedrører al undervisning i det almene gymnasium, står: Undervisningen skal vedligeholde og udbygge grundlæggende færdigheder, og skal udvikle elevernes mundtlige og skriftlige udtryksfærdighed og formidlingsevne samt inddrage informations- og kommunikationsteknologi (IT).

Det skriftlige arbejde i gymnasiet drejer sig følgelig både om at elever lærer gennem at arbejde skriftligt i fagene, og om at de lærer at formidle deres faglige – og almene – forståelse og indsigt skriftligt. Disse mål er fælles for alle fag med en skriftlig dimension, følgelig også for fysik. Også af den grund indgår skriftligt arbejde med en vis vægt i evaluering af fysikfaget.

Mål for det skriftlige arbejde i fysik
Det skriftlige arbejde i fysik har to mål, bearbejdning og formidling af fagstof. Både for obligatorisk niveau og for højt niveau gælder

- *at* eleverne skal lære at formidle såvel teoretiske som eksperimentelle emner med et fysisk indhold i et korrekt fagsprog og
- *at* det skriftlige arbejde både skal indgå i timerne og udgøre en del af elevernes selvstændige arbejde med stoffet. (Gymnasiebekendtgørelsen, bilag 14 FYSIK stk. 2.2, 3.5, 5.2 og 6.5)

Skriftligt arbejde formelt set
På obligatorisk niveau skal hver elev aflevere tolv rapporter á tre-syv sider (ekskl. bilag) i forbindelse med efterbehandlingen af det eksperimentelle arbejde, to grupperapporter samt 24 opgavesæt hver med en arbejdsbyrde på 40-60 procent af et eksamensopgavesæt i fysik på højtniveau. (Gymnasiebekendtgørelsen, bilag 14 FYSIK stk. 3.5). Et opgavesæt vil typisk bestå af opgaveregning, men kan også indeholde andre former for problemløsning eller skriftlig formidling, fx et læserbrev eller en lille faglig artikel. Hvis det skriftlige arbejde fordeles jævnt over de to år som obligatorisk niveau oftest løber over, betyder det at eleverne afleverer et skriftligt produkt hver 12-14. dag.[19]

På højniveau afleveres ti rapporter á tre-otte sider, en grupperapport og fjorten opgavesæt. Fordelt over det ene år højniveauet oftest gennemføres på, svarer det til knap en skriftlig aflevering pr. elev pr. uge.[20]

[19] Sammenlignes med det matematiske gymnasiums øvrige skriftlige afleveringer på samme faglige niveau (B-niveau), afleveres der et sæt matematikopgaver hver uge, engelsk ca. hver 10. dag, fransk og tysk fortsætter hver tredje uge. For de tre sidstnævnte fags vedkommende skelnes som i fysik mellem større og mindre skriftlige afleveringsopgaver.
[20] Samme afleveringsfrekvens findes på andre A/højniveaufag (matematik, engelsk, fransk og tysk).

Fælles for de omtalte skriftlige arbejder er at de skal rettes og kommenteres af læreren, og at de i lighed med den øvrige undervisning skal tilrettelægges, "så der er progression i kravene til tilegnelse af fagstof og arbejdsmetoder" (Gymnasiebekendtgørelsen, bilag 4 FYSIK stk. 3.1 og 6.1). Retning og faglig vejledning af opgaver udgør en del af lærernes arbejde og aflønning.

Fysikelever skriver også noget der ikke skal afleveres, fx noter fra tavlegennemgangen af dagens lektie; nogle skriver tillige journaler, logbøger, mindmaps eller andre former for såkaldt tænkeskrivning.[21]

Indholdet i del III
Denne del består af følgende kapitler:

- Hvad skriver fysikelever?
- Det skriftlige i undervisningen
- Faglig vejledning og rettepraksis
- Progression i skriftlig fysik
- Studieforudsætninger
- Større skriftlig opgave.

Dokumentationen
Det skriftlige arbejdes former, betydning og konsekvenser indgår som et selvstændigt område i alle de former for dokumentation der indgår i evalueringen. I spørgeskemaundersøgelserne af eleverne, i interviewundersøgelsen med undervisere og studerende på forskellige aftagerinstitutioner, i læreres, elevers og skoleledelsers selvevalueringsrapporter, og det indgik i samtaler på skolebesøgene. Skriftlige opgaver og skriftligt arbejde er det enkeltområde som generelt er mest velbeskrevet i lærernes selvevalueringsrapporter. Hertil kommer et omfattende bilagsmateriale i form af opgaveformuleringer, elevbesvarelser, fysik- og projektrapporter samt opgavetitler til større skriftlig opgave. Dokumentationen om det skriftlige arbejde hviler derfor på et meget solidt grundlag af både kvalitative og kvantitative data, og det udgør mere end halvdelen af evalueringens samlede dokumentation.

[21] Jf. Undervisningsvejledningerne til fysik fra henholdsvis 1993 og 1999.

15 Hvad skriver fysikelever?

I lærernes selvevalueringsrapporter er skriftlige arbejdsformer, måderne de anvendes på, og deres opfattelse af fagets skriftlige udvikling velbelyst. Resultaterne fra spørgeskemaundersøgelserne af eleverne viser hvordan de skriftlige opgavetyper anvendes. Dokumentationen består derudover af informationer fra samtaler med lærere og elever ved skolebesøgene samt elevernes selvevalueringer.

Kapitlet falder i to hoveddele – det ene hviler på dokumentationen fra lærerside, det andet hviler på dokumentation fra elevside.

15.1 Lærernes udsagn

Første del af lærernes svar i selvevalueringsrapporterne når de forholder sig til spørgsmålet om fordelingen af øvelsesopgaver, forsøgsrapporter mv. på obligatorisk og højt niveau, består i at henvise til fagbilaget eller ved at opstille fagbilagets skriftlige arbejdsformer i et skema. Herefter kommer beskrivelser af og forklaringer på hvordan forskellige former for skriftligt arbejde bruges og fungerer.

15.1.1 Opgaveregning

Det fremgår af alle typer af dokumentation at opgaveregning især bruges i umiddelbar tilknytning til kernestoffet, og at opgaveregning både indgår i timerne og i hjemmearbejdet.
" Opgaveregning anser vi for en meget vigtig del af arbejdet med fysik, idet man derigennem får en træning i at anvende begreberne, man oplever konkrete anvendelser af en fysisk teori, og man oplever i det hele taget, at vores fysiske omverden kan gøres til genstand for kvantitative beregninger. Opgaveregning foregår som regel i snæver tilknytning til gennemgangen af stoffet, og formålet med de stillede opgaver vil derfor være træning i begreberne og demonstration af rækkevidden af de fysiske love".

Herudover angives det at opgaveregning har flere funktioner:
Det træner eleverne i nogle generelle gode arbejdsvaner i faget: at kunne koncentrere sig om fysiske problemstillinger. Det udvikler elevernes læse- og tænkefærdigheder. Det styrker forståelse af fysikken, herunder elevernes forståelse af at "fysik er et naturbeskrivende fag, hvor man

beskriver naturen i et matematisk sprog". Det træner elevernes evne til at formulere sig. Det giver en langtidsholdbar indlæring af begreber. Herudover bruges opgaveregning til evaluering af elevernes forståelse, og opgaverne kan indgå senere i undervisningsforløbet i repetitionen med henblik på mundtlig eksamenstræning.

15.1.2 Forsøgs- og projektrapporter

Dokumentationen viser at forsøgsrapporter oftest udarbejdes efter at det teoretiske stof er gennemgået, og at de normalt ligger inden for centrale emner i kernestoffet; projektrapporter startes samtidig med at projektet gennemføres og inddrager oftere perspektiver. Især i 1.g afsættes der en del tid til at vejlede eleverne i rapportskrivning. Rapportskrivning angives at have følgende funktioner ud over ovennævnte: Den giver større udbytte og bedre kvalitet i det eksperimentelle arbejde. Den skaber en dybere forståelse af det teoretiske stof. Den træner elevernes evne til at formidle eksperimentelt arbejde. Hertil kommer at rapporter indgår i opgivelserne til mundtlig eksamen.

15.1.3 Andre skriftlige opgavetyper

Enkelte skoler omtaler at der skrives formidlingsopgaver i fysik i samarbejde med andre fag; her nævnes dansk eksplicit. Andre muligheder omtales også: "I nogle klasser tager eleverne skiftevis referat af en undervisningsblok. Læreren retter referatet, der er tilgængeligt på skolens hjemmeside". Specielt for B-niveauet nævnes at det skriftlige arbejde tjener som træning til højt niveau.

Dokumentationen viser at lærerne anser det skriftlige arbejde som vigtigt på begge niveauer, også selvom der ikke er nogen skriftlig eksamen på B-niveau.

15.1.4 Sammenfatning

Lærernes opfattelse er samlet set at skriftligt arbejde understøtter elevers indlæring og selvstændige problemløsning: "Det er ofte i forbindelse med de skriftlige afleveringer, eleven skal grave dybere i din forståelse af det teoretiske stof, hvad enten det er de daglige træningsopgaver, afleveringsopgaver, rapporter eller andre typer skriftligt arbejde. Der stilles specielt i forbindelse med det skriftlige arbejde tydelige krav om præcision og korrekt fagsprog".

- Dokumentationen viser
  at der anvendes flere former for skriftligt arbejde, især opgaveregning og forsøgsrapporter
  at elever skriver i timerne og hjemme
  at skriftligt arbejde på obligatorisk niveau ses som forberedelse til højt niveau og
  at arbejdet med skriftlige opgaver og rapporter på begge niveau anses for at understøtte elevers fysikforståelse, læring og formidlingsevne.

15.2 Skriftligt udviklingsarbejde

Som nævnt i indledningen til del lll har det skriftlige arbejde i fysik udviklet sig over en årrække. Det beskriver og vurderer lærerne i selvevalueringsrapporterne (på 13 ud af 15 skoler), og det er indgået i samtaler på skolebesøgene.

Lærerne forholder sig gennemgående til følgende udviklingstræk: mere edb/IT, flere tekstopgaver, lidt flere åbne opgaver, projektarbejde og øgede frihedsgrader i det eksperimentelle arbejde. De giver tillige udtryk for tilfredshed med den udvikling der er sket vedr. de skriftlige eksamensopgaver på højniveau.

De giver udtryk for at kravet om matematisk manipulation er blevet mindsket idet der nu lægges mere vægt på fysisk forståelse. Dvs. "at arbejdet har bevæget sig fra en mere formelpræget opgaveløsning til en form, hvor der lægges mere vægt på analyse og forståelse af de fysiske sammenhænge. Derved har også formidlingssiden fået en mere fremtrædende plads i opgaveløsningen". Nogle giver i den forbindelse udtryk for at det kan have den effekt at man på højt niveau i fysik kan savne de mere formelle færdigheder.

De øgede frihedsgrader i det eksperimentelle arbejde beskrives på to måder: flere mindre forsøg om samme emne hvor teori og udførelse blot er skitseret, og samarbejde med forskellige virksomheder og institutioner i forbindelse med projektarbejde. Det siges at dette har resulteret i mange spændende aktiviteter, og at arbejdsformen giver et stort udbytte til de dygtige og selvstændige elever, men kræver en tæt vejledning af de svagere elever.

Af dokumentationen fremgår det tillige at lærerne mener at de nye arbejdsformer "ikke nødvendigvis er lettere at honorere for eleverne, idet det i mindre grad handler om at have en værktøjskasse med formler, som man skal have forstået rækkevidden af, så man kan vælge den rigtige til et bestemt problem". Nogle hæfter sig i den sammenhæng ved at det har øget arbejdsbyrden, både for elever og lærere.

15.2.1 Sammenfatning

Øget brug af IT i kombination med mere tekstprægede og åbne opgaver samt nye former for eksperimentelt arbejde har betydet en større kompleksitet i kravene til det skriftlige arbejde. Den udvikling der har fundet sted indenfor fagets skriftlige dimension, beskrives primært i positive termer, dog er lærerne også opmærksom på de problemer der er eller kan været forbundet hermed.

Selvevalueringsrapporter og samtaler ved skolebesøgene viser at det skriftlige udviklingsarbejde foregår med forskellig intensitet på skolerne.

15.3 Elevernes udsagn

15.3.1 Opgaver og forsøgsrapporter

Spørgeskemaundersøgelserne viser at beregningsopgaver/opgaveregning er den absolutte topscorer, dog tæt forfulgt af rapporter over forsøg. 93% af eleverne i 1.g og 2.g angiver at det skriftlige arbejde i stort omfang eller i et vist omfang omfatter sådanne opgaver, for 3.g-højniveaueleverne er tallet 98%. Forskellen mellem de to niveauer ligger i kategorien 'i stort omfang' som 71% af 3.g'erne benytter mod 57% af 1.g/2.g'erne. 87% af 1.g og 2.g'erne svarer at rapporter over forsøg 'i stort omfang' eller 'i et vist omfang' indgår i det skriftlige arbejde, det samme gør 94% af 3.g'erne. (PLS-rapporter om 1.g/2.g s. 45 og 3.g s. 34)

15.3.2 Projektrapporter

Næsten en tredjedel af højniveaueleverne angiver at projektrapporter i stort omfang (4%) eller i et vist omfang (28%) indgår i det skriftlige arbejde; for eleverne på obligatorisk niveau er disse tal hhv. 3% og 17%. Godt en fjerdedel af eleverne på obligatorisk niveau svarer 'slet ikke', hvilket kun gælder for en tiendedel af højniveaueleverne. Den markante forskel mellem svarene på de to niveauer skyldes at især 1.g'erne ofte svarer 'slet ikke' eller 'ved ikke'. 41% af eleverne på obligatorisk niveau og 54% af højniveaueleverne angiver at projektrapporter indgår i begrænset omfang.

15.3.3 Andre former for skriftligt arbejde

I spørgeskemaundersøgelserne er eleverne også blevet bedt om at angive om der indgår andre former for skriftligt arbejde, fx journaler eller referater. Det svarer en fjerdedel af 1.g og 2.g-eleverne, er tilfældet i stort (5%) eller i et vist omfang (19%) er tilfældet, for højniveaueleverne er svarene her 2% og 11%. Alt i alt tyder elevernes svar på at andre former for skriftlig arbejde ikke indgår med stor vægt idet over halvdelen af eleverne på obligatorisk niveau og to tredjedele af eleverne på højniveau svarer 'i begrænset omfang' eller 'slet ikke'. Hertil kommer at godt en femtedel af eleverne på begge niveauer svarer 'ved ikke'.

Af spørgeskemaundersøgelsen fremgår det at der er ikke er nogle signifikante forskelle i svarene fra elever der har fysik i et normalforløb, pakkehold eller anden forsøgsvirksomhed.

15.3.4 Sammenfatning

På begge niveauer og på alle tre klassetrin viser spørgeskemaundersøgelserne at regneopgaver og rapporter over forsøg er de arbejdsformer der hyppigst anvendes. Projektrapporter og andre

former for skriftligt arbejde anvendes i klart mindre omfang. På obligatorisk niveau angiver 1. og 2.g'ere i højere grad end højniveaueleverne at der anvendes 'andre skriftlige former', hvorimod højniveaueleverne i højere grad angiver at der anvendes projektrapporter. Der er ingen forskelle i drenges og pigers svar, og tilrettelæggelsesformen (normal, pakke o.l.) synes ikke generelt at være afgørende for brugen af de skriftlige arbejdsformer i faget.

15.4 Konklusion og anbefalinger

Det er positivt at dokumentationen viser at læreres og elevers opfattelser af det skriftlige arbejde stemmer overens; dét som lærerne betragter som vigtigt for eleverne at skrive, svarer til dét eleverne fortæller at de skriver.

I mindre opgaver og opgavesæt skriver eleverne især om "centrale områder indenfor den klassiske og moderne fysik beskrevet i et kernestof". (Gymnasiebekendtgørelsen bilag 14 FYSIK stk.2.1) Rapporterne som er en efterbehandling af forsøg, fokuserer derudover på naturvidenskabelig tankegang og metode. Den viden og de færdigheder som eleverne skal opnå inden for kernestoffet befinder sig på flere taksonomiske niveauer og indeholder både kvalitative og kvantitative aspekter. Evalueringsgruppen finder det positivt at fysiklærerne ud over at opfylde de formelle krav til de skriftlige afleveringers omfang og typer også så klart giver udtryk for at det skriftlige arbejde er afgørende for elevernes læring; for at de opnår forståelse for fagets teoretiske og eksperimentelle sider, og for at de udvikler forudsætninger for at formidle denne forståelse. Evalueringsgruppen vurderer at det skriftlige arbejde på flere måder rent faktisk også har disse konsekvenser.

Dokumentationen viser at hovedparten af det skriftlige arbejde i fysik både på obligatorisk og højt niveau består af opgaveregning og fysikrapporter. Udviklingen af elevernes skriftlige kompetencer i fysik må derfor antages primært at finde sted i forbindelse med arbejdet med disse genrer. Andre former for skriftligt arbejde er ikke særligt udbredt, og projektopgaver indgår ikke kontinuerligt i elevernes skriftlige arbejde med/i fysik; der skrives typisk et projekt pr. år, og det optræder i al almindelighed første gang i undervisningen i (slutningen af) 1.g. På obligatorisk niveau er der et krav om at "problemløsning og anden form for skriftlig formidling skal indgå både i timerne og som en del af elevernes selvstændige arbejde med stoffet". (Gymnasiebekendtgørelsen bilag 14 FYSIK stk. 3.5). Formuleringen er ret åben, så det er vanskeligt at vurdere præcis om kravene hertil generelt opfyldes. Men det er evalueringsgruppens opfattelse at større brug af andre skriftlige arbejdsformer end opgavesæt, og fysikrapporter vil øge elevers forståelse af og interesse for fysikfaget; et forhold som også eleverne er inde på i mange af deres selvevalueringsrapporter. Det udviklingsarbejde der gennem en årrække er foregået i fysik omkring fagets skriftlige dimension, ligger efter vores opfattelse fint i tråd hermed.

Anbefalinger

For at sikre og styrke elevers skriftlige forudsætninger og derigennem deres fysikforståelse og formidlingsevne og for at skabe mere rum for fagets kvalitative aspekter anbefales det at der gøres en målrettet fagdidaktisk indsats for at styrke og udvikle andre former for skriftligt arbejde. Et sådant initiativ må være forankret i Undervisningsministeriet, og den konkrete afprøvning foregår på den enkelte skole gennem deltagelse i forsøgs- og udviklingsarbejde. Den faglige forening kan bl.a. gennem kursusvirksomhed og bladudgivelse være med til at sikre et sådant initiativ.

For at støtte den udvikling der foregår og gennem nogle år er foregået omkring fysikfagets skriftlige dimension, anbefales det Undervisningsministeriet at præcisere omfanget af 'anden form for skriftlig formidling' samt at lade dette krav gælde både for obligatorisk og højt niveau.

16 Det skriftlige i undervisningen

Ifølge fagets bekendtgørelse udgør det skriftlige arbejde en integreret del af fysikundervisningen; det indgår både i arbejdet i timerne og i elevernes selvstændige arbejde med faget, herunder deres hjemmearbejde. Målet med det er at eleverne lærer fysik og lærer at formidle fysik, deres fysikviden og fysikforståelse. Eller anderledes: gennem at lære at anvende forskellige formidlingsformer (formler, andet fagsprog mv.) er hensigten at lære eleverne fysik. Formerne for skriftligt arbejde, dets hensigter, funktioner og omfang er dokumenteret og undersøgt i kapitlet "Hvad skriver fysikelever?"

I dette kapitel undersøges dokumentationen med henblik på at vise, hvordan det skriftlige indgår i undervisningen.[22] Hvad viser det?

Resultaterne af spørgeskemaundersøgelserne viser at der er sammenhæng mellem den daglige undervisning og det skriftlige arbejde. En tredjedel af eleverne synes at det i høj grad er tilfældet, halvdelen mener at det i nogen grad er tilfældet, og resten mener at det i begrænset grad er tilfældet. Der er ikke væsentlige forskelle mellem pigers og drenges svar. Samtaler på skolebesøgene viser at elever især oplever sammenhængen som god

- når de individuelt eller i par regner opgaver i klassen i umiddelbar forlængelse af eller som en del af lærerens lektiegennemgang på tavlen
- når læreren som introduktion til et opgavesæt viser parallelle eksempler for klassen før eleverne skal arbejde med opgaven hjemme
- når de skriver – journaler/noter, laver beregninger eller rapporter - i forbindelse med eksperimentelt arbejde, herunder de såkaldte 10-timers projekter.

På besøgene gav lærere og elever generelt udtryk for at elever er glade for mindre opgaver, fx regneopgaver, da de giver en bedre forståelse af den teori der arbejdes med. Nogle elever giver tillige udtryk for at de godt kan lide at regne opgaver i forbindelse med forsøg frem for de der står i bøgerne; nogle fordi de synes at opgaverne i bøgerne ofte er lidt kedelige, andre fordi de bedre

[22] *Dokumentationen fremgår af indledningen til Del III Den skriftlige dimension.*

forstår hvad "regningen gør godt for" når den indgår i et forsøg. På besøgene var det både piger og drenge der gav udtryk for disse holdninger selvom de på andre måder kan have en lidt forskellig opfattelse af skrive opgaver og opgaveaflevering.[23]

Eleverne giver udtryk for at små regne/skriveopgaver brugt i timerne er godt fordi de skaber variation, og fordi de kræver at eleverne er aktive - et meget udbredt elevønske. Nogle elever fortæller at de aldrig regner småopgaver i timerne, andre giver udtryk for at de gør det for meget.

Dokumentationen viser at der er nogle forhold/parametre som har indflydelse på sammenhængen mellem det skriftlige arbejde og den daglige undervisning, herunder på om sammenhængen opleves som god/mindre god. De parametre som elever, lærere og skoleledelser forholder sig til er ud over det skriftliges placeringen i timerne og de forskellige typer af opgaver følgende: opgaveformuleringer, elevers kendskab til det stof som opgaverne handler om, skriftlige afleveringers omfang og tidsmæssige placering samt skemastrukturen. Disse parametre vil derfor blive belyst i det følgende.

16.1 Parametre for sammenhæng

16.1.1 Klare opgaveformuleringer

Med hensyn til om opgaveformuleringerne er klare og forståelige, svarer 19% af eleverne ' i høj grad', 45% svarer i nogen grad, 28% svarer 'i begrænset grad', og 7% svarer ' slet ikke'. Der er ingen nævneværdige forskelle i drenges og pigers svar på dette spørgsmål.

16.1.2 Tilstrækkelig viden

Om elever synes at opgaveformuleringer er klare og forståelige, afhænger ikke kun af opgaveformuleringerne som sådan, men også af lærerens introduktion til opgaven og elevernes viden om indholdet i opgaverne: "For at kunne lave sine afleveringer kræver det, at man kan stoffet, man undervises i, men hvis man ikke forstår det, bliver det svært at lave lektier og derved endnu sværere at aflevere sin opgaver". I spørgeskemaundersøgelserne har eleverne taget stilling til om læreren sikrer sig at eleverne har tilstrækkelig viden til at løse opgaverne. Her svarer en fjerdedel at det i høj grad er tilfældet, en anden fjerdedel svarer at det i begrænset grad er tilfældet, godt en tredjedel svarer i nogen grad, og en syvendedel (14%) svarer 'slet ikke'. Forskellene i drenges og pigers svar er minimale, og samlet set svarer ca. 60% af eleverne at deres lærer i høj grad eller nogen grad sikrer sig at eleverne har tilstrækkelig viden til at løse

[23] Lærere og skoleledelser gav udtryk for at piger læser flere lektier og i højere grad afleverer deres skriftlige opgaver end drenge. Ikke bare i fysik, men i alle fag.

opgaverne, mens 40% af eleverne giver udtryk for at det i begrænset grad eller slet ikke er tilfældet.

De fleste fysiklærere bruger med mellemrum skriftlige prøver for at teste elevernes tilegnelse af faglig viden og dermed deres faglige niveau. Prøverne udføres individuelt som en del af undervisningen i klassen, og de kan erstatte hjemmeafleveringssæt. Hverken skolebesøg eller selvevalueringsrapporter giver anledning til at slutte at elever har noget specielt imod prøver – selvom de godt kan være nervøse for dem - når blot de anvendes med omhu. Dvs. at de i lighed med andre skriftlige opgaver gerne vil forberedes på dem og have dem gennemgået på klassen eller kommenteret tilbage sådan at de kan se hvad de har gjort forkert.[24]

16.1.3 Forsøgsvejledninger

Forsøgsvejledninger udgør en særlig form for opgaveformulering. Af selvevalueringsrapporterne og samtaler på skolebesøgene fremgår det at de fleste lærere starter med at give eleverne ret udførlige vejledninger for så efterhånden at gå over til mere åbne vejledninger som i højere grad forudsætter at eleverne tænker over hvordan forsøget skal tilrettelægges, resultaterne bearbejdes og afrapporteres. Lærernes begrundelse for fremgangsmåden er at eleverne skal lære hvordan et forsøg tilrettelægges og gennemføres før de bliver "sluppet løs på egen boldgade". Enkelte lærere bruger fra starten ret åbne vejledninger og viser først senere eleverne eksempler på mere lukkede vejledninger. Begrundelsen for denne fremgangsmåde er at styrke elevernes "fysiske kreativitet", bl.a. ved at udføre tankeeksperimenter, dvs. gennemtænke forsøg før de (evt.) udfører dem.

Elevernes holdninger overfor "kogebogsopskrifter" versus mere åbne vejledninger er ikke entydige. Generelt giver de elever der er vant til mere åbne vejledninger, udtryk for at når de først har vænnet sig til at de selv skal tænke sig om og har fået lidt fortrolighed med hvad forsøg er, så er det OK. De elever der er vant til mere lukkede vejledninger giver generelt udtryk for at de synes det er rart, især i begyndelsen når de aldrig har lavet et eksperiment før, men at de også kunne tænke sig at prøve mere åbne vejledninger, henholdsvis er glade for det når de prøver det. "Problemet er at kogebogsopskrifter uddanner os til laboranter, ikke til fysikere," som en 3.g'er sagde. Nogle lærere og elever giver udtryk for at der kunne ligge den fare i at bruge lukkede vejledninger altid at det at skrive forsøgsrapporten kunne blive vigtigere end at udføre forsøget. I relation hertil kan nævnes at nogle lærere giver udtryk for at en skriftlig aflevering kunne bestå i at eleven skrev en udførlig vejledning for et forsøg (inkl. begrundelser mv.).

[24] Lærernes rettepraksis varierer her som på andre skriftlige produkter – fra et "set" nederst på siden eller et hak ud for den enkelte opgave til individuelle kommentarer og gennemgang på klassen, jf. afsnittet Faglig vejledning og rettepraksis.

16.1.4 Tidsmæssig placering

Når sammenhængen mellem det skriftlige arbejde og den daglige undervisning ikke altid opleves som god, kan det også skyldes den tidsmæssige placering af de skriftlige afleveringer. Dokumentationen viser at de fleste skoler gør en indsats for at koordinere det skriftlige arbejde.[25] I den forbindelse giver skoleledelserne udtryk for at der ikke gør sig særlige forhold gældende for fysik sammenlignet med andre fag. Det mest almindelige er årsplaner eller halvårsplaner med en vis forankring i skolens administration. På skoler med lærerteam eller klasseråd bestående af lærere og elever knyttet til den enkelte klasse, kan koordinering af elevernes samlede arbejdsbyrde også ligge her.

Selvevalueringsrapporter og skolebesøg giver mulighed for at tegne et ret nuanceret billede af de skriftlige afleveringer i fysik. Generelt giver lærerne udtryk for at eleverne skal have en blid start på faget i 1.g, og både lærere og elever giver udtryk for at der ikke er ret meget skriftligt arbejde før et godt stykke ind i 1.g. Dertil kommer at elevforsøg ofte skydes "til det mere basale er på plads", hvorfor der ikke afleveres forsøgsrapporter. Men fra foråret i 1.g og frem ser det skriftlige arbejde ud til at udgøre en væsentlig del af elevernes arbejde med faget. De fleste elever og lærere giver udtryk for nytten heraf; vel at mærke hvis opgaverne afleveres til tiden og tilbageleveres kommenteret inden for en rimelig tid. Det vil i reglen sige en uge, og i hvert fald inden klassen går videre med et nyt emne.

Det almindeligste er at klassen/holdet arbejder med stoffet teoretisk før forsøgene. Denne rækkefølge kan de fleste lærere og elever godt lide, og relationen til det skriftlige arbejde er ofte god og ligefrem. Dog synes der at kunne opstå problemer hvis der går for lang tid fra læreren har gennemgået teorien på klassen til forsøgene gennemføres. I den situation kan sammenhængen mellem den teoretiske og den eksperimentelle del af undervisningen glippe eller blive utydelig for eleverne, hvorved der kan opstå en opfattelse af at forsøgene gennemføres for rapporternes skyld. Da fokus i undervisningen det meste af tiden er rettet mod det teoretiske, betyder en sådan tidsforskydning at eleverne kan have svært ved at erfare sammenhængen mellem den daglige teoriundervisning og det skriftlige arbejde. Problemet kan forstærkes hvis forsøg og øvelser lægges i "klumper" sådan at eleverne skal bruge teori fra flere emner samtidig.

Nogle lærere lægger regelmæssigt forsøg før eller samtidig med teoritilegnelsen. Det begrundes med at en sådan mere forskningspræget tilgang øger fysikforståelsen fordi den skaber nogle andre aha-oplevelser hos elever, og fordi den giver viden om hvordan fysisk eksperimentelt

[25] *Gymnasiebekendtgørelsen § 7 stk. 3: Alle lærere skal medvirke til at koordinere undervisningen med henblik på at sikre sammenhængen mellem fagene og en passende fordeling af den enkelte elevs arbejdsbyrde.*

arbejde foregår uden for skolen, dvs. på virksomheder, universiteter mv.[26] Det angives at fordelen ved en sådan tilrettelæggelse er at den minimerer eller fjerner den tidsmæssige afstand mellem forsøg, teoritilegnelse og det skriftlige arbejde; samtidig indebærer denne tilrettelæggelse en øget brug af andre skriftlige arbejdsformer (journaler, logbøger o.l.), hvilket på sin side har en positiv indvirken på rapportskrivningen.

På skolebesøgene fremgik det at der er en ret høj grad af principiel enighed blandt fysiklærerne om det gode i (nu og da) at tilrettelægge forsøgs- og teoriarbejdet på en forskningspræget måde. Uenigheden går på det formålstjenlige heri: sådanne forsøg tager længere/for lang tid, og så når man ikke pensum. Hertil lød svarene at arbejdsmåden ikke nødvendigvis tager længere tid; det afhænger af forsøgenes karakter og elevernes viden og eksperimentelle færdigheder. Samt at det er en god måde at komme i dybden med den del af det obligatorisk stof som man især gør noget ud af.

16.1.5 Omfang og ophobning af skriftlige afleveringer

Omfanget og ophobningen af skriftligt arbejde er særligt påtrængende i 2.g. Ifølge elever, lærere, rektorer o.a. er fysikfaget ikke enestående i så henseende; men det gør ikke problemet mindre – hverken for fysik eller for eleverne. Det fremgår af dokumentationen at omfanget af det skriftlige arbejde stiger over tid, bl.a. fordi eleverne skriver ret lidt i 1.g (jf. udsagnet om blid start). Lærere og elever giver udtryk for at den skriftlige arbejdsbyrde er stor på det ét-årige højniveau; i snit en større aflevering pr. uge, hvilket kan være en forklaring på at højniveaueleverne generelt synes at sammenhængen mellem det skriftlige arbejde og undervisningen er god hvortil kommer deres større motivation og viden. Ifølge lærere og elever kan antallet og ophobningen af skriftlige afleveringer bevirke at eleverne i perioder regner opgaver for opgavernes skyld fremfor for at lære fysik. Dette er ofte særligt synligt i 3.g højniveau.

16.1.6 Projektrapporter

Der skal indgå et eksperimentelt projektforløb på obligatorisk niveau, og der kan indgå et sådant på højniveau. (jf. Gymnasiebekendtgørelsen bilag 14 FYSIK stk. 3.5 og 6.4). I projektarbejdet er der en tæt sammenhæng mellem det at sætte sig ind i og undersøge et område/emne og så at skrive om det. Undervejs skriver eleverne noter om forsøgsresultater og evt. andre informationer. Produktkravet er oftest en rapport, men det kan også være en anden form for skriftlig formidling, fx overheads i PowerPoint som eleverne bruger i et mundtligt oplæg for klassen. Alt andet lige giver projektarbejdet derfor mulighed for at etablere en god sammenhæng mellem

[26] *I parentes bemærket talte eleverne på skolebesøgene ikke om aha-oplevelser, men om hurra-oplevelser. Det kan man kalde mangel på almendannelse eller sproglig fantasi, men ordet har en meget positiv valør for dem.*

undervisningen og det skriftlige arbejde, hvormed ikke være sagt at projektarbejde er uden problemer.

"Vores holdning til de **længerevarende eksperimentelle** forløb er præget af en række dilemmaer. På den ene side ved vi jo, at eleverne ikke af sig selv magter at definere en opgave, finde litteratur, fastlægge undersøgelsesmetoder, planlægge eksperimentelle forløb osv. For store krav i den retning fører til frustration hos eleverne. Derfor giver vi dem en passende tæt vejledning, især i igangsætningsfaserne. Det er stadig elevernes projekt, men sjældent egentligt projektarbejde. Trods den givne vejledning er det faglige udbytte ofte skuffende dårligt. Vi får pænt udseende rapporter med flotte forsider, men ofte med et ret spinkelt indhold. Elever reflekterer simpelthen ikke ret meget af sig selv. På den anden side er eleverne jo glade for arbejdet med deres projekter, og selv om de i en vis forstand ikke når langt, når de måske langt på andre måder. Forhåbentlig udvikler de en række kompetencer i gruppearbejdet generelt, og mere specifikt i forbindelse med selve det længerevarende eksperimentelle arbejde med dets forholdsvis mange frihedsgrader".

Nogle lærere udtrykker sig mere positivt, men ikke ukritisk om projektarbejde:
"Den arbejdsform giver eleverne tid til fordybelse i et enkelt emne, hvilket i sig selv er godt. Samarbejdsformen er lærerig i forbindelse med de deltagendes indbyrdes fordeling/forpligtelse i forhold til produktet". "10 timers projekterne er et godt forsøg på at inddrage eleverne i planlægning og ideer. Under 10-timersprojektet er der meget stor grad af elevindflydelse, men en del (af de svage) elever magter ofte ikke at udnytte det fuldt ud, og engagementet øges derfor ikke for alle".

Projektarbejde udvikler "logisk-analytisk tænkning, selvstændighed, lyst til at engagere sig, kritisk sans". Men som "valgfag deler fysik skæbne med andre valgfag: da eleverne kommer fra flere klasser er det vanskeligt at koordinere de skriftlige afleveringer".

Faglig fordybelse, elevaktivitet og -samarbejde, at skrive et godt eller pænt produkt, engagement, medbestemmelse og forpligtelse over for det man arbejder med – det fremgår som ønsker til fysikundervisningen i elevernes selvevalueringsrapporter, og mange af dem ser projektarbejde som en af mulighederne for at få indfriet disse ønsker. På skolebesøgene fremgik det at de kender projektarbejdsformen fra grundskolen, nogle også fra andre fag i gymnasiet; ligesom lærerne oplever de ikke arbejdsformen som problemfri, men ikke desto mindre ønsker de at blive bedre til at arbejde i projekt og skrive projektrapporter – både af førnævnte grunde og fordi "vi får brug for at kunne det senere hen". Et argument eleverne også anvender i forhold til øget brug af IT.

Generelt fremtræder lærerne ikke helt så positive over for projektarbejde som eleverne selvom der synes at være ret bred enighed om at det er godt for eleverne at udarbejde en større rapport, hvor de bruger deres fysikviden og –færdigheder: "Eleverne har også undertiden problemer med at få færdiggjort projektrapporterne indenfor en rimelig tid efter projektperioden. De ca. 10 timer (lektioner), man typisk anvender på et projekt, er passende til at formulere, planlægge og udføre selve projektarbejdet, men herudover kunne det være hensigtsmæssigt at afsætte yderligere tid til rapportskrivning".

Lærernes betænkeligheder ligger på forskellige planer og kom, især på skolebesøgene, til udtryk med forskellig styrke: Den enkelte lærer har ikke nødvendigvis et projektforløb i fysik hvert år, så arbejdet med fx at udvikle relevante kriterier for projektrapporter foregår ikke kontinuerligt. Hovedparten af lærerne er ikke uddannet i at undervise projektorganiseret. Nogle gav udtryk for at det faglige udbytte er for lavt i forhold til den tid der medgår, hvilket bl.a. viser sig i projektrapporternes kvalitet. De færdigheder der normalt vægtes i fysiktimerne, er ikke tilstrækkelige i forhold til projektarbejdet der især er et problem for de fysiksvage elever. Nogle opfatter projektarbejde som en ny arbejdsform der nok snart forsvinder igen ligesom andre pædagogiske tiltag og ideer.

16.1.7 Pakkehold

På skoler med Pakkehold giver lærerne generelt udtryk for at der kan være en fin kadence mellem teori, eksperimenter og rapportskrivning.[27] Det skyldes bl.a. at det skriftlige arbejde kan fordeles bedre over de to år. Men også andre forhold gør sig gældende: der er en tendens til at Pakkehold "forkæles" lidt/meget fx ved at eleverne får udleveret en bærbar PC (i dette ords egentligste forstand) som de kan bruge på skolen og hjemme; eleverne er normalt også (meget) motiverede for fysik; matematik og fysik har mulighed for at følges ad, hvilket iflg. elever og lærere har en positiv effekt på fysikforståelse og dermed evnen til at skrive i og om fysik; lærerne giver generelt udtryk for det givende i at undervise på Pakkehold - alt i alt væsentlige faktorer med en positiv effekt for det skriftlige arbejde.

Etableringen af Pakkehold har også konsekvenser for de klasser der fortsætter i 2.g med det normale toårige forløb. Dokumentationen viser at der blandt lærerne groft set er tale om to forskellige syn på disse konsekvenser: Det ene synspunkt er at det er en ekstra krævende opgave

[27] Pakkehold er en toårig tilrettelæggelse af fysik og matematik, hvor eleverne tager begge fag på højt niveau. Der synes generelt at være en positiv opfattelse af Pakkehold, men de er dyre at etablere fordi skolerne samtidig føler en forpligtelse til at etablere det normale etårige forløb, bl.a. af hensyn til de elever der kun ønsker fysik højniveau. Pakkeholdene har generelt svært ved at rekruttere piger : "I har en PC i stedet for!" (Drillende bemærkning fra de øvrige elever til en elev fra et Pakkehold.

at nå pensum, fordi "restholdet" består af elever med meget lille interesse for fysik. Det andet synspunkt er at når højniveaueleverne er gået fra, bliver klassen mere homogen, og da hensigten med undervisningen ikke på samme måde sigter mod at klargøre eleverne til højniveauet, kan de almendannende aspekter ved fysik komme i mere i fokus; indholdsmæssigt fx i form af 'fysikkens store fortællinger', tilrettelæggelsesmæssigt fx i form af projekter. For det skriftlige betyder synspunkt nr. to at der skabes "plads til friere opgaver på obligatorisk niveau". Fx formidlingsopgaver i dagligdags sprog med relevant brug af faglig terminologi, evt. i samarbejde med dansk. Opgaver som efter lærernes udsagn skaber både viden om og forståelse for fysik – fysik får mening for disse måske i udgangspunktet ikke specielt interesserede elever.[28]

16.1.8 Skemastruktur

Dokumentationen viser at nye former for skemalægning (flexuger, blokdage, 60, 90 og 120 minutters moduler mv.) som er blevet almindeligt inden for de sidste par år, generelt opfattes positivt i fysik. De længerevarende undervisningsforløb giver mulighed for at integrere det skriftlige arbejde bedre i undervisningen og for at tilrettelægge eksperimentelle projekter hvori der er indgår flere former for skriftlighed.

16.1.9 Sammenfatning

Dokumentationen viser at elever skriver meget i, om og til fysik både i timerne og som en del af hjemmearbejdet. Fra journaler, noter, formler og mindre regne/skriveopgaver til opgavesæt og forsøgs- og projektrapporter. Noget skriver eleverne til eget brug, fx journaler og noter fra tavlegennemgangen, men hovedparten af det eleverne skriver afleveres til bedømmelse af læreren. De genrer eleverne især lærer at håndtere, er regneopgaver, opgavesæt og forsøgsrapporter, mens andre former for formidlingsskrivning, fx artikler og projektrapporter indgår i begrænset omfang.

Den skriftlige arbejdsbyrde er stor i 2.g og i 3.g, dvs. på højniveau hvor den skriftlige eksamen sætter standarden for det skriftlige arbejdes omfang og udformning. Det er forhold fysik deler med andre fag ifølge udsagn i selvevalueringsrapporter og ved skolebesøg.

Lærere og elever har generelt en positiv holdning til skriftligt arbejde. Elever skriver i tilknytning til gennemgangen af det teoretiske stof, de synes at det ofte giver forståelse at regne, at skrive journaler og noter ved forsøg, de ønsker mere projektarbejde og andre aktiverende arbejdsformer som også indebærer skriftlighed; lærere giver generelt udtryk for at skriftligt arbejde er både ønskeligt og nødvendigt for at lære faget og for at lære at formidle fysik.

[28] Opgaver i samarbejde med dansk benyttes også i andre sammenhænge end den anførte, men med samme sigte. Erfaringerne er hovedsageligt positive.

Det fremgår endvidere af dokumentationen at en tredjedel af eleverne har problemer med at forstå formuleringerne i de lærerstillede opgaver, og at en stor del af eleverne (87%) giver udtryk for at lærere ikke helt sikrer sig at eleverne har tilstrækkelig viden til at løse opgaverne. Endelig synes der at være forskellige typer af planlægningsproblemer; de synes i lige så høj eller højere grad at være knyttet til undervisningen i den enkelte klasse (ophobning af forsøg og/eller opgavesæt) som til koordineringen af skriftligt arbejde på skoleplan.

De mange skriftlige afleveringsopgaver er en væsentlig grund til at hovedparten af eleverne (82%) giver udtryk for at der er en rimelig grad af sammenhæng mellem det skriftlige arbejde og den daglige undervisning i øvrigt. Jf. den tidsmæssige afstand mellem teorigennemgang og forsøg, ophobning af skriftlige afleveringer, skemalægning mv.[29]

Det fremgår at eleverne generelt ønsker en større variation i det skriftlige arbejde fordi det giver mulighed for faglig fordybelse og øget elevaktivitet. Dokumentationen viser at det er et ønske og en opfattelse som ganske mange lærere deler. Fagets pensumkrav og eksamen er den begrundelse lærere oftest bruger når de forklarer hvorfor de primært holder sig til de traditionsrige og velafprøvede former for skriftlige arbejdsformer.

16.2 Konklusion og anbefalinger

Det er evalueringsgruppens vurdering at det skriftlige arbejde i fysik på en række områder er velfungerende. Sammenhængen mellem det skriftlige arbejde og arbejdet med det faglige stof i undervisningen fungerer ofte fint, og det skriftlige arbejde er med til at skabe en variation i undervisningen som både øger elevernes udbytte af undervisningen og interesse for faget.

Samtidig er det evalueringsgruppens opfattelse af de forhold der fremgår af dokumentationen, og som er fremlagt i de forrige afsnit, betyder at denne sammenhæng ikke altid er tilstede hvorved elevernes udbytte af undervisningen og interesse for faget ikke bliver så stor som man kunne ønske. I den forbindelse synes det særligt vigtigt at lærerne sikrer sig at eleverne forstår hensigten, formuleringen og de faglige krav der stilles til den enkelte opgave, og at de skriftlige afleveringer har en hensigtsmæssig kadence sådan at ophobninger af afleveringer undgås, og sådan at tidsrummet mellem teorigennemgang og forsøg muliggør at eleverne kan etablere den ønskede sammenhængsforståelse mellem disse to elementer i undervisningen.

Evalueringsgruppen vurderer den undervisning og det udviklingsarbejde der foregår i forbindelse med de såkaldte 10-timers projekter, som meget positivt selvom arbejdsmåden også har sine

[29] *Jf. afsnittene om omlægning, faglig vejledning, rettepraksis og progression.*

problemer. Det er evalueringsgruppens opfattelse at nogle af de vanskeligheder der er forbundet med projektarbejdet, herunder udarbejdelsen af en rapport af tilpas høj kvalitet, skyldes at nogle af de færdigheder og kompetencer som eleverne har brug for i projektarbejdet ikke øves tilstrækkeligt i den øvrige undervisning. Her tænkes på sådan noget som at opstille en faglig problemstilling, at søge egnet materiale og at være med til at tilrettelægge deres (eget/klassens) arbejde. Ligesom fagets øvrige arbejdstyper kræver projektarbejde en indlæring trin for trin som kunne indøves mere kontinuerligt i undervisningen. Iflg. lærernes udsagn er elevinddragelse og elevers selvstændige arbejde med en afgrænset faglig problemstilling også et vigtigt led i projektarbejdet. Det er også evalueringsgruppens vurdering, hvortil kommer at arbejdsformen netop derfor kan være med til at udvikle nogle af de forudsætninger som er afgørende for elevernes videre uddannelse. Et synspunkt der understøttes af den interviewundersøgelse med studerende og undervisere ved videregående uddannelser som er gennemført i forbindelse med evalueringen.

Af lærernes selvevalueringsrapporter og af samtaler på skolebesøg fremgår det at mange lærere for så vidt gerne vil udvikle fysikfagets skriftlige dimension, men at man afholder sig fra det af bekymring for ikke at nå pensum og/eller kunne opfylde eksamenskravene vedr. antallet af afleveringssæt og rapporter. Det er evalueringsgruppens vurdering at en væsentlig forudsætning for en videreudvikling af fysikfagets skriftlige dimension er at lærerne føler sig trygge i forhold til at opfylde pensum- og eksamens krav. Det kunne opnås gennem præciseringer eller evt. ændringer heri; det være sig i form af konvertering af opgavesæt og/eller fysikrapporter til andre former for skriftligt arbejde, grupperapporter mv. og /eller gennem det forsøgs- og udviklingsarbejde som pågår i forbindelse med Udviklingsprogrammet for ungdomsuddannelserne. De erfaringer om tværfaglig og andre former for skriftlig formidling i fysik som er gjort på bl.a. nogle af de skoler der har Pakkehold, vurderer evalueringsgruppen som meget positive, og det antages at de vil kunne danne basis for drøftelser i faget og på skolerne om udviklingen af fagets skriftlige dimension.

Endelig vurderer evalueringsgruppen det som positivt at koordinering af elevers skriftlige arbejde fremtræder som magtpåliggende for skolernes ledelser; ligesom det vurderes som positivt for det skriftlige arbejde og for udviklingen af den skriftlige dimension i fysik at skolernes planlægning giver mulighed for flexuger, blokskema og længere lektioner da det skaber grundlag for en større variation i de skriftlige arbejdsformer og dermed et øget fagligt udbytte for eleverne.

Anbefalinger
Lærerne skal sikre en tættere sammenhæng mellem den daglige undervisning og det skriftlige arbejde i den enkelte klasse/på det enkelte hold.

For at øge elevers udbytte af den skriftlige del af undervisningen bør lærerne i højere grad sikre sig at eleverne forstår hensigten med, formuleringen af og de faglige krav til den enkelte opgave sådan at alle elever forstår hvordan de skal inddrage forskellige typer af fagligt indhold og fagets øvrige arbejdsmetoder i deres skriftlige arbejde og i den enkelte opgave.

Da skriftlige arbejdsformer og skriftlig formidling anses for afgørende elementer i gymnasiets almendannende og studieforberedende sigte, bør skolerne af hensyn til elevernes samlede arbejdsbyrde og udbytte af undervisningen i fysik sørge for at koordineringen af den enkelte klasses/holds/elevs skriftlige arbejdsbyrde sikres.

For at opnå den sammenhæng mellem den daglige undervisning og det skriftlige arbejde som er en afgørende forudsætning for elevers faglige og skriftlige kompetenceudvikling og dermed deres forudsætninger for videregående uddannelse, anbefales det skoleejerne at sikre skolerne det eksperimentelle udstyr og andre faciliteter, såsom elevarbejdspladser, der skal til for at elever reelt har mulighed for at udføre de øvelser og eksperimenter som de sideløbende og efterfølgende skal behandle i deres skriftlige arbejder.

Det anbefales Undervisningsministeriet at undersøge og tage stilling til om og hvordan projektrapporter og afløsningsopgaver kunne anvendes i forbindelse med skriftlig og mundtlig eksamen i fysik på obligatorisk og på højt niveau. Det anbefales endvidere at Undervisningsministeriet støtter ansøgninger om forsøgs- og udviklingsarbejde med dette sigte.

17 Vejledning og rettepraksis

Som vist fylder det skriftlige arbejde meget i fysik. Der skrives i timerne, men hovedparten af de skriftlige afleveringsopgaver skrives individuelt af eleverne som en del af hjemmearbejdet, dog skrives projektrapporter typisk i grupper. Afleveringsopgaver skal rettes af læreren, og faglig vejledning og retning udgør en væsentlig del af læreres arbejdsforpligtelse og aflønning.[30] Faglig vejledning og retning har stor betydning for udviklingen af elevers viden, færdigheder og deres oplevelse af faget hvorved det har betydning for progressionen i faget. Vejledning og retning giver lærere en mulighed for at følge, reflektere over og bedømme den faglige udvikling hos den enkelte elev og klassen/holdet som helhed. Derfor er både elever og lærere blevet spurgt om vejledning og rettepraksis, og eleverne tager det op af egen drift i deres selvevalueringsrapporter. Dokumentationsgrundlaget fremgår af indledningskapitlet til Den skriftlige dimension.

Kapitlet har fire afsnit. Først fremlægges elevers og læreres beskrivelser og vurderinger af forskellige former for rettepraksis, dernæst lærernes brug og opfattelser af omlagt undervisning. Efter sammenfatningen herpå følger evalueringsgruppens konklusion og anbefalinger.

17.1 Rettepraksis og tilbagemeldinger

De *hyppigste* former for tilbagemelding er:[31]

- At læreren retter regnefejl og andre formelle fejl
  77% af 1./2.g'erne og 86% i 3.g/højniveaueleverne svarer Altid eller Ofte.
- At læreren tager typiske fejl og problemer op til en fælles klassegennemgang
  67% af 1./2.g'erne og 86% af 3.g/højniveauelever svarer Altid eller Ofte
- At læreren skriver en kort helhedsbedømmelse, fx "godt"
  63% af 1./2.g'erne svarer Altid eller Ofte, det samme gør 54% af 3.g/højniveaueleverne.

[30] Fag med skriftligt arbejde har rettereduktion, dvs. at læreren får et antal timer pr. elev pr. år til retning og anden form for vejledning af det skriftlige arbejde. Rettereduktionen i fysik er pt. 4,46 (1.g), 6,39 (2.g) Til sammenligning er den 7,95 (1. og 2.g) i matematik. I 3.g/højniveau er reduktionen 8,9 i alle fag. Rettereduktionen udgør en del af læreres årsnorm.

[31] Jf. Spørgeskemaundersøgelserne tabel 4.16-4.18 (1. og 2.g), tabel 4.8 og 4.9 (3.g).

I klart *mindre omfang* optræder følgende former for retning og faglig vejledning:

- At læreren skriver længere kommentarer
  52% i 1./2.g'erne og 53% i 3.g/højniveau svarer Aldrig eller Sjældent, mens godt 20% på alle tre klassetrin svarer Altid eller Ofte
- At læreren skriver noget som kan bruges i de følgende opgaver
  41% 1./2.g'erne og 34% i 3.g/højniveau svarer at det Aldrig eller Sjældent er tilfældet. 33% af 1./2.g'erne og 38% af 3.g/højniveau svarer Altid eller Ofte; ca. 25% på alle klassetrin svarer 'Af og til'
- At læreren angiver en karakter for opgaven
  64% af 1./2.g eleverne svarer aldrig eller Sjældent , det samme svarer 66% af 3.g'erne, mens hhv. 19% og 26% af de to elevgrupper svarer at læreren Altid eller Ofte angiver en karakter.

Selv om der er variationer mellem klassetrinene, er der samlet set tale om et ret ensartet tilbagemeldingsmønster hvor retning af formelle fejl og gennemgang af typiske fejl på klassen er former som stort alle elever kender til. Længere kommentarer, bl.a. med sigte på kommende opgaver er der derimod en del elever der ikke stifter bekendtskab med. Det samme billede fremgår af elevernes selvevalueringer og samtaler med dem på skolebesøgene.

Set i fugleperspektiv tegner lærernes selvevalueringsrapporter og samtaler på skolebesøgene langt hen ad vejen det samme billede. Set i frøperspektiv er billedet selvfølgelig mere nuanceret. I de rettede og kommenterede opgaver og rapporter der indgår i dokumentationsmaterialet [32] er variationsbredden stor - nogle lærere kommenterer stort set kun med 'hak' suppleret med rettelser af formler og andre udtryk, andre supplerer med enkelte ord som 'godt' eller 'glimrende', mens atter andre tillige kommenterer i form af hele sætninger, længere beskrivelser og nu og da forklaringer på hvorfor noget er godt/problematisk/forkert. Der er enkelte eksempler på en dialogpræget retning, bl.a. i form af spørgsmål til eleven på de problematiske steder i besvarelsen, hvor elevens eget svar vil vise hvori problemet/fejlen ligger. Men det almindeligste er hak[33] , rettelser i udregninger og formelbrug, ofte afsluttende med en kort helhedsbedømmelse som fx 'godt'. Det gælder i udpræget grad for opgavesæt, i rapporter forekommer oftere længere kommentarer.

Ud over at beskrive deres rettepraksis er lærerne blevet bedt om at forklare hvordan de sikrer sig at eleverne forstår de stillede opgaver og lærerens tilbagemeldinger sådan at de kan bruge dem i fremtidige opgaver, samt om at forklare hvordan de sikrer sammenhængen i den enkelte elevs og

[32] *Lærerne er blevet opfordret til at medsende rettede opgaver som dokumentation.*

[33] *Eller som elev sagde på et af skolebesøgene"Smil, lyn og udråbstegn, - lyn er virkelig slemt!"*

klassens skriftlige arbejde. Lærerne beskriver det oftest som en fortløbende proces: "Disse spørgsmål er helt centrale i forbindelse med arbejdet med opgaveaflevering og disse overvejelser har læreren først når opgavesættet gives, herefter når det rettes og endelig når det afleveres tilbage".

En anden lærergruppe beskriver det samme, men med andre ord: "Fejl i beregninger og enheder – herunder usandsynlige resultater rettes og evt. kommenteres, sproglige fejl hvor det har betydning for indholdet, elevernes analyse/argumentation kommenteres om nødvendigt, konklusioner og grafer kommenteres specielt i forbindelse med rapporter. Vi forventer og tror at eleverne henvender sig, hvis de har problemer med opgaverne. I øvrigt er det normalt at eleverne får en mundtlig introduktion til udvalgte opgaver. Vi forventer og tror at eleverne henvender sig, hvis de har problemer med rettelserne. Udvalgte opgaver gennemgås ved tavlen/diskuteres med klassen efter tilbagelevering. Specielt med projektrapporten gennemgås rapporten/rettelserne med de enkelte grupper. Ved senere opgaver undersøges om eleverne har fået det ud af opgaverne/rettelserne som de skulle. Men kun eleven selv kan sikre, at det sker".

Det fremgår at retningen er differentieret. Det begrundes bl.a. sådan: "De fleste rapporter opgives helt eller delvis til eksamen, og i visse eksamensspørgsmål kan rapporterne være elevernes vigtigste kilde under forberedelsen til mundtlig eksamen Derfor gør vi meget ud af at påpege/rette/vejlede vedr. egentlige fejl og misforståelser. Herudover kommenteres det om beskrivelsen af forsøget er klar og overskuelig, samt om måleresultater og beregninger er overskuelige. Hvis en rapport er meget ufuldstændig kan det være nødvendigt at kræve den genafleveret, men da der ikke er noget krav om at rapporterne skal godkendes, vil det ofte være op til eleven selv at foretage mindre rettelserne og ændringer".

Det almindeligste er at opgaver og rapporter afleveres på papir selvom hovedparten skrives på edb. Men der er eksempler på elektronisk aflevering hvor læreren skriver rettelser og kommentarer ind i selve besvarelsen. Det normale er at lærere skriver rettelser og kommentarer i hånden direkte i elevens besvarelse, men andet forekommer også: "I nogle tilfældet udleveres et løsningsforslag til de rettede og kommenterede opgaver. Det er således i vid udstrækning op til eleverne selv, hvordan de vil bruge tilbagemeldingerne på deres skriftlige arbejde".

17.1.1 Elevers vurdering af rettepraksis

Umiddelbart ser der ikke ud til at være den store forskel mellem læreres og elevers beskrivelse af selve måderne der rettes og kommenteres på. De måder eleverne angiver som oftest forekommende, er de samme som lærerne angiver. Men læreres og elevers oplevelse og vurdering af dem er ikke nødvendigvis ens. På spørgsmålet: Hvor tilfreds er du alt i alt med den tilbagemelding din fysiklærer giver dig på dine skriftlige opgaver, svarer eleverne følgende:

Tabel 16.1 Elevers tilfredshed med tilbagemelding på skriftligt arbejde (Angivet i %)

	Meget tilfreds	Tilfreds	Nogenlunde tilfreds	Utilfreds	Meget utilfreds	Ved ikke
1.g	15	41	28	8	3	5
2.g	10	33	34	17	6	1
3.g	17	42	26	11	3	0

Kilde: PLS-rapport

Mest tilfredse med deres læreres tilbagemeldinger er eleverne i 1.g og 3.g. 55-60% af dem svarer 'meget tilfreds' eller 'tilfreds', hvilket 'kun' gælder for 43% af 2.g'erne som til gengæld scorer højere i kategorien 'nogenlunde tilfreds' end de to andre klassetrin. 2.g'erne er klart de mindst tilfredse idet næsten en fjerdedel svarer at de er utilfredse eller meget utilfredse med lærerens tilbagemelding, svarkategorier som 11% af 1.g'erne og 14% af højniveaueleverne har benyttet. Det kan skyldes det generelt store skriftlige arbejdspres i 2.g også i fysik. Graden af (u)tilfredshed hos højniveaueleverne kan forklares med de mange afleveringer i sig selv, og det at kommentarer iflg. lærernes udsagn typisk er mere sparsomme i opgavesæt end i rapporter.

I spørgeskemaundersøgelserne har eleverne haft mulighed for at begrunde deres svar. Deres begrundelser giver et tydeligt billede af hvad de synes er gode henholdsvis dårlige tilbagemeldinger, og de er ens for elever på obligatorisk niveau og højniveau.

- Brugbare tilbagemeldinger er læringsorienterede.
  " Tilfredsheden er høj, når kommentarerne fra fysiklæreren kan bruges i de følgende opgaver. Eleverne finder det tilfredsstillende at vide, hvad de har gjort galt, og hvordan de kan rette op på det – disse former for tilbagemelding kan både finde sted skriftligt og mundtligt, individuelt og som klassegennemgang" (PLS-rapport om 1.g/2.g s. 49; det følgende s. 36 i PLS-rapport om 3.g).

- Manglende kommentarer
  "De mindre tilfredse elever føler ikke, at de gennem lærernes kommentarer får hjælp til at forbedre sig. 'Hvad lærer man af kommentaren 'god'?, spørger en elev. Eleverne efterspørger konstruktiv kritik og uddybende tilbagemeldinger om hvad de kan gøre bedre så feedbacken kan indgå i en reel læreproces. 'Hvis ikke man kender sine fejl, kan man jo ikke lære af dem' som en elev skriver. Flere pointerer også, at de får tilbagemeldinger så længe efter afleveringerne, at det er vanskeligt at anvende dem".

  På begge undervisningsniveauer er det gennemgående tema i tekstsvarene hvorvidt tilbagemeldingerne rent faktisk bidrager til at eleverne bliver klogere på hvad de kan gøre bedre. På besøgene gav nogle lærere udtryk for at eleverne ikke læser/bruger lærerens kommentarer,

hvorfor det er nyttesløst at skrive dem. Dokumentationen viser at det afhænger af om eleverne oplever lærerens tilbagemeldinger som brugbare. Det fremgår at de meget anvendte rettemåder – hak, 'godt' o.l. – har en yderst begrænset nytteværdi, både når eleven får opgaven tilbage og i forhold til senere afleveringer. Dokumentationen viser også at tidsspandet mellem aflevering og tilbagelevering og muligheden for dialog omkring opgaveretningen har indflydelse på hvor brugbar tilbagemeldingen opleves.

Faglig vejledning og rettepraksis er noget som eleverne også forholder sig indgående til i deres selvevalueringsrapporter. Forholdene beskrives og vurderes i fortælling 2 (den onde) og i fortælling 3 (hvad kunne gøre fysik til et herrefedt fag). På indholdssiden svarer udsagnene i elevernes selvevalueringsrapporter til svarene, herunder de åbne svar i spørgeskemaundersøgelserne.

Afslutningsvis skal det nævnes at elever der har kvindelige fysiklærere, er mere tilfredse med tilbagemeldingerne på deres skriftlige arbejde end andre elever, samt at elever på skoler hvor der er kvindelige fysiklærere, er mere tilfredse med tilbagemeldingerne end andre.[34]

17.2 Omlægning

Omlagt undervisning vil sige at lærere kan give elever faglig vejledning, herunder tilbagemelding på deres skriftlige arbejder undervejs i arbejdsprocessen. Det giver læreren mulighed for at få direkte kendskab til hvordan den enkelte elev og grupper af elever arbejder med at tilegne sig viden om og formidle forskellige faglige stofområder, og det kan være med til at sikre at elever forstår hvad de stillede opgaver handler om, og hvordan de kan/skal forholde sig til dem. Omlægning medfører en tidsmæssig forskydning af læreres faglige vejledning idet en stor del af den ligger før opgaven afleveres til slutbedømmelse.[35]

I fysik som i andre fag med skriftlig dimension kan den enkelte lærer og et hold/en klasse aftale at omlægge indtil 25% af det skriftlige arbejde til redigering, omskrivning og lignende former for procesorienteret og uddybende bearbejdning af elevernes opgavebearbejdning. I fag med skriftlig eksamen, herunder fysik højniveau, skal mindst 10% af det krævede skriftlige arbejde omlægges og anvendes til redigering mv.[36] Det er baggrunden for at lærere og skoleledelser er blevet bedt om at beskrive og forklare deres praksis desangående.

[34] Pga. den beskedne kvindeandel er begge parametre anført

[35] Specielt i USA er lavet en del undersøgelser af effekten af hhv. progressiv dvs. fremadrettet retning a la omlægning som foregår samtidig med opgavens udarbejdelse, og regressiv dvs. bagudrettet retning som ligger efter opgaven er udarbejdet.

[36] Gymnasiebekendtgørelsen af 1999 § 8 stk. 1 og 2.

17.2.1 Skolernes praksis

Dokumentationen viser at en forudsætning for at omlægning kan finde sted på en hensigtsmæssig måde, er skolens skemalægning. Indførelsen af årsnorm mv. har medført nye skemastrukturer på skolerne; her kan omlægning medtænkes : " Skolen har skabt mulighed for omlægning af skriftligt arbejde gennem indførelsen af to skemaopbrudsperioder hver a 14 dages varighed. Tilstedeværelsen af disse skemaopbrudsperioder gør det også muligt at arbejde tværfagligt og i blokdage i løbet af skoleåret. Desuden orienteres lærerne generelt om mulighederne for omlægning af skriftligt arbejde".

Nogle steder har skoleledelsen taget initiativ til at omlægning kommer på dagsordnen: " Vi har udleveret hæftet "Omlægning af skriftligt arbejde – Ideer og forslag" fra Uddannelsesstyrelsen, dec. 1999 til samtlige faglærere. Endvidere har vi gentagne gange gjort opmærksom på den nye 10%-regel på informationsmøder". "Da ændringen blev udmeldt sidste år, havde vi et punkt på et PR-møde, der netop omhandlede mulige former for omlægning. Hvorledes faget fysik rent faktisk har gennemført omlægningen, kan vi (så lidt som andre fag) udtale os om. Vi vil dog overveje nødvendigheden af at indføre procedurer der sikrer at det skriftlige arbejde rent faktisk bliver omlagt".

Omlægning kan også opfattes som et udviklingsprojekt; det gælder i særlig grad skoler hvor skriftlighed og skriftlig formidling er et indsatsområde: "Omlægning af det skriftlige arbejde kræver pædagogisk nytænkning. Omlægning finder sted, men omfanget varierer fra fag til fag. Arbejdet er blevet støttet ved mødevirksomhed for hele lærerkollegiet og i faggrupperne om det materiale vedr. omlægning, som er blevet udsendt af UVM og de faglige foreninger".

17.2.2 Brug og opfattelser i fysik

Hvordan ser fysiklærere på omlægning, og hvordan bruges det?
"Genaflevering har været praktiseret i alle de hundrede år, hvor eksperimentelt arbejde har været en del af fysikundervisningen; …..At læreren deltager i udarbejdelsen af de første fysikrapporter op ganske små hold bestående af eleverne fra to forsøgsgrupper, har også været praktiseret i de seneste 10-15 år".

Men generelt opfattes omlægning som noget nyt og som noget, man prøver sig frem med:
" Omlægningen af det skriftlige arbejde er under udvikling. Det sker mest i forbindelse med viderebearbejdning af udvalgte forsøgsrapporter, fx med henblik på udvikling af usikkerhedsberegning".

Nogle har flere erfaringer og har udviklet en bredere praksis: " Omlægningen af det skriftlige arbejde varierer meget fra klasse til klasse og afhænger af de valgte emner. En klasse kan fx

aflevere den samme rapport eller det samme opgavesæt to gange, og anvende tekstbehandling/processkrivning under arbejdet. Der bruges således ekstra tid på arbejdet og nye indgangsvinkler til de enkelte opgaver kan inddrages og eventuelle grafer gennemarbejdes bedre. Enkelte klasser har valgt at lave hjemmesidestrukturer i forbindelse med tværfaglige emner. Det har været en stor pædagogisk gevinst at omlægge 10-25 % af det skriftlige arbejde. Det giver de fleste elever en oplevelse af at have gjort noget færdigt og godt. Dette er en vigtig afstresningsfaktor".

"Som nævnt i tidligere afsnit kan rapporter eller dele heraf afleveres i flere fag. Vi praktiserer også at lade eleverne aflevere andre opgavetyper i andre fag. Endvidere kan opgaver eller rapporter genafleveres med henblik på forbedring af den beskrivende tekst mm. Opgavesæt kan erstattes af elevernes udarbejdelse af egne øvelsesvejledninger, eller de kan skrive dele af lærebogsstoffet."

17.3 Sammenfatning

Dokumentationen viser at der er store variationer i læreres rettepraksis på de samme typer af opgaver, at retning kan have progression, dvs. udvikle sig i løbet af den tid eleven har faget, og at retning differentieres i forhold til forskellige opgavetyper, herunder anfører flere at specielt grundig retning af rapporter er vigtigt fordi de indgår i mundtlig eksamen. Den rettepraksis de fleste lærere benytter, svarer til det billede der tegnes af eleverne i spørgeskemaundersøgelser, nemlig at lærere retter regnefejl og andre formelle fejl, at typiske fejl og problemer tages op i klassen, og at lærere skriver en kort helhedsbedømmelse som fx "godt". Disse former for retning er der generelt en vis tilfredshed med hos elever, men dokumentationen viser samtidig at de værdsætter længere kommentarer, herunder nogle der kan bruges i de følgende opgaver; det angiver mange elever optræder for lidt/sjældent.

Dokumentationen viser at omlægning letter elevernes skriftlige arbejdsbyrde, giver lærere indsigt i hvordan elever arbejder med det faglige stof, udvikler elevers skriftlige kompetencer, giver mulighed for tværfaglighed samt at det (kan) bruges på alle klassetrin og ikke kun på højniveau hvor det er et krav

Der er variationer i lærernes brug og opfattelse af omlagt undervisning. Blandt de lærere der bruger omlægning til flere forskellige typer af skriftligt arbejde, opleves det som en "pædagogisk gevinst", men ikke problemløst, fx kan tværfaglige forløb vanskeliggøres af skolens klasse/ holdstruktur. Andre har sværere ved at se det som en gevinst og er mere forbeholdne i deres anvendelse.

Dokumentationen viser at alle skoleledelser har informeret om omlægning, herunder har en del sørget for skriftlig informering af lærerne. De fleste skoleledelser giver udtryk for at de som sådan ikke blander sig i eller kontrollerer hvordan omlægning anvendes i fagene, herunder fysik. Det skyldes både at det er nyt som krav og det vedrører undervisningens tilrettelæggelse, et område der normalt overlades til den enkelte lærer i form af den såkaldte metodefrihed. På den anden side fremgår det af dokumentationen at omlægning medtænkes og kan lade sig gøre med de nye skemaformer, fleksuger og andre former for skemaopbrud. Derudover viser dokumentationen at skoler der har skriftlighed/skriftlig formidling som initiativområde, har større fokus på omlægning end skolerne generelt. Det har betydning for fysik idet variationen og omfanget af omlægning generelt fremtræder som større her end på de fleste andre skoler.

17.4 Konklusion og anbefalinger

Det er evalueringsgruppens vurdering at den differentiering og progression i retningen af elevers skriftlige arbejder som mange lærere praktiserer, beskriver og begrunder, er meget positiv. Den omhyggelig retning af regnefejl og formelle fejl samt at disse og andre generelle problemer i den enkelte skriftlige opgave tages op i klassen, finder evalueringsgruppen også positiv. Derimod vurderes det som problematisk at elever i stort omfang giver udtryk for at de savner længere kommentarer fra deres lærer, herunder kommentarer der kan bruges i forbindelse med udarbejdelsen af efterfølgende opgaver. Det er evalueringsgruppens vurdering både på baggrund af det skriftlige dokumentationsmateriale og på baggrund af samtaler med elever på skolebesøgene at de gerne vil skrive så gode opgaver som muligt, og at de ser læreres kommentarer i 'gamle' opgaver som et af midlerne hertil, samt at de faktisk anvendes når de opfattes som brugbare af eleverne. Derfor bør rette- og vejledningspraksis diskuteres på skolerne med et fremadrettet sigte.

Evalueringsgruppen vurderer det som positivt at omlagt undervisning ud over at lette elevernes arbejdsbyrde generelt ser ud til at medfører at en mere alsidig udvikling af deres skriftlige kompetencer samtidig med at det giver lærere større indsigt i hvordan elever arbejder med det faglige stof. Ligeledes vurderes det som positivt at omlægning giver mulighed for tværfaglig undervisning, og at det bruges på både obligatorisk niveau og på højniveau.

Dokumentationen viser at der er variationer i lærernes brug og opfattelse af omlagt undervisning. Blandt de lærere der bruger omlægning til flere forskellige typer af skriftligt arbejde, opleves det som en "pædagogisk gevinst", men ikke problemløst, fx kan tværfaglige forløb vanskeliggøres af skolens klasse/ holdstruktur. Andre har sværere ved at se det som en gevinst og er mere forbeholdne i deres anvendelse. Det er evalueringsgruppens opfattelse at denne forskellighed i brug og opfattelse af omlægning afspejler nogle generelle træk ved undervisningen i øvrigt. Jo

mere dialogisk den daglige undervisning er, des højere ser brugen og udbyttet af omlægning ud til at være.

Evalueringsgruppen vurderer det som afgørende og positivt at omlægning medtænkes i skolernes planlægning og skemastruktur, og at nogle skolers øgede fokus herpå også har positiv effekt på hvordan det bruges i fysik.

Det er evalueringsgruppens vurdering at omlægning er en arbejdsmåde under udvikling, men at gymnasiebekendtgørelsens krav og intentioner desangående generelt opfyldes, nemlig at elever vejledes undervejs i skriveprocessen med den hensigt at lære elever at skrive – in casu i/om fysik. En yderligere udvikling og brug af omlagt undervisningen kan finde sted via bidrag fra den faglige forening og fagkonsulenten.

Anbefalinger
For at sikre og bedre kvaliteten af elevers skriftlige arbejder og for at øge elevers interesse for og udbytte af det skriftlige arbejde anbefaler evalueringsgruppen fysiklærerne at anvende mere udførlige kommentarer som et led i deres rettepraksis og faglige vejledning af eleverne.

Da omlagt undervisning ses som et middel til at sikre og udvikle elevers skriftlige færdigheder og kompetencer i fysik, anbefales det den enkelte skole at systematisere deres viden om hvordan omlægning bruges på skolen.

Da omlagt undervisning ses som et middel til at sikre og udvikle elevers skriftlige færdigheder og kompetencer i fysik, anbefales det Undervisningsministeriet/fagkonsulenten i fysik og det faglige udvalg i fysik at sørge for at omlagt undervisning indgår i det fagdidaktiske udviklingsarbejde i de kommende år. Et udgangspunkt herfor kunne være en systematisk vidensindsamling, fx i forbindelse med indberetninger af læse- og eksamenspensum.

18 Progression i skriftlig fysik

Progression, det ene af evalueringens to gennemgående temaer, er både et generelt krav til undervisningen i det almene gymnasium og et krav til de enkelte fag. I fagbilaget for fysik (§ 3.1) står: Undervisningen skal tilrettelægges så der er progression i kravene til tilegnelsen af fagstof og arbejdsmetoder. Det gælder således også for den skriftlige del af undervisningen.

Kapitlet består af følgende afsnit: "Skriftlig progression – set med lærerøjne" og "Hvordan oplever elever progressionen?". De to dokumenterende afsnit afsluttes hver med en kort sammenfatning. I konklusionen inddrages herudover en række af de forhold som er behandlet i de foregående kapitler om den skriftlige dimension. Herved opnås en samlet konklusion på og vurdering af progressionen i fysikfagets skriftlige dimension i det almene gymnasium.

18.1 Skriftlig progression – set med lærerøjne

Når elever starter i 1.g direkte fra 9. klasse, har de normalt ikke prøvet at skrive i/om fysik før; elever der har gået i 10. klasse, kan have skrevet i/om faget før, fx om et forsøg eller et emne. To år efter har de skrevet 13-14 rapporter, herunder været med til at skrive to projektrapporter samt afleveret 24 opgavesæt. Hvordan beskriver lærerne denne udvikling? Der er forskel på hvor mange aspekter ved udviklingen i elevernes skriftlighed og det skriftlige arbejde lærerne kommer ind på, men det følgende citat indeholder stort set alle de forhold som nævnes i lærerne selvevalueringsrapporter, og som tillige berørtes i samtaler på skolebesøgene:

" I starten stilles der mange opgaver med simpel indsætning i formler, hvor hovedformålet er, at eleverne skal skrive lidt begrundelse og angive de formler, som benyttes. Eleverne får også orden på de fysiske enheder og på antallet af betydende cifre.

Senere kommer mere krævende opgaver, hvor der er flere trin i opgaveløsningen, hvor man fx skal behandle eksperimentelle resultater og benytte aflæsninger på grafer til beregningerne. På højt niveau er det vigtigt at eleverne får regnet opgaver fra alle stofområder, også fra obligatorisk niveau, så der er ikke meget plads til at prøve alternative opgaveformuleringer.

Der er en klar progression i opgaver og rapporter der kommer til udtryk ved at eleverne bliver bedre til at tackle mere komplicerede problemstillinger og kan udtrykke disse på glimrende måde i faglige og sproglige termer. Eleverne udvikler en evne til at skelne det væsentlige fra det uvæsentlige, de kan uddrage de oplysninger, som skal anvendes netop i dette spørgsmål, og de får en systematisk måde at tænke på. De finder ud af, at man skal kende forudsætningerne for en konklusion, hvis der skal gives et fornuftigt svar.

Det må erkendes at den meget detaljerede undervisningsvejledning og de meget præcise eksamenskrav på højt niveau i fysik, bliver meget styrende for valget af opgaver. "

Den korte version lyder: "Ændring fra simple trænings- og typeopgaver i forbindelse med indførelse af nye begreber eller fysiske formler til behandling af bredere problemstillinger, hvor eleverne selv kan søge nogle af de nødvendige oplysninger for at løse problemet".

Mange beskriver progressionen som kraftig på begge niveauer; forskellen ligger især i at: " På det høje niveau går man mere op i fagets formelle sider og forventer fx mere præcise sproglige formuleringer såsom argumentation for modelopbygning, approksimationer, betydende cifre".

Der er også en vis opmærksomhed på retningens og den faglige vejlednings betydning for progressionen i elevernes skriftlighed, specielt i 1.g: " Rettepraksis indeholder også en progression, idet man i starten af gymnasieforløbet er nødt til at koncentrere sig om at få hold på den skriftlige form i skrivearbejdet. Når dette er på plads kan man koncentrere sig mere om videnskabelig metode, talmæssig nøjagtighed (betydende cifre) og forsøgs/arbejdsplanlægning".

" I begyndelsen af gymnasiet har eleverne ofte svært ved at forstå, hvad der menes med en kommentar eller en rettelse til opgaven. Derfor kan det være nødvendigt at bruge tid på klassen, hvor læreren går rundt til den enkelte elev og besvarer spørgsmål. Et alternativ, som er afprøvet enkelte gange, er at sætte eleverne sammen i, så de her kan besvare hinandens spørgsmål. En måde at sikre sig, at eleverne har forstået og kan bruge lærerens tilbagemelding, er ved at eleverne genafleverer en opgave, hvilket kan benyttes ved en enkelt besvarelse. Vi har gode erfaringer med at give eleverne 10 minutter i timen til at forbedre og rette dele af rapporten, hvor læreren sikrer dette ved at overvære eleverne".

18.1.1 Sammenfatning

Der er progression i måden det skriftlige arbejde tilrettelægges på i fysik. Det viser sig i at videnselementer og færdigheder trænes enkeltvis før de bruges i mere komplekse opgaver. I forlængelse af at opgaverne bliver mere komplekse, kommer der nye elementer til, fx krav om større brug af faglig terminologi og sproglig præcision. Dette skaber grobund for at eleverne lærer

at skelne væsentligt fra uvæsentligt dvs. at systematisere, analysere og vurdere. Dokumentationen viser tillige at progression kan styrkes yderligere hvis den retning og faglige vejledning der anvendes, tager højde for/hensyn til elevernes udvikling som gymnasieelever.

Dokumentationen viser at opgaveformerne som sådan er prøvet ved udgangen af 1.g. I løbet 1.g har eleverne afleveret mindre og større opgaver/opgavesæt, lært hvordan en forsøgsrapport skal skrives, typisk ved at øve den trin for trin, og de har i reglen skrevet et projekt. Dvs. at der er tale om en høj grad af progression i tilrettelæggelsen af det skriftlige arbejde i 1.g. I 2.g består progressionen i at eleverne lærer at anvende de nævnte former bedre hvis de indholdsmæssigt kan følge med. På højniveau er det skriftlige – og øvrige – arbejdspres stort, men den skriftlige progression som sådan fremtræder ikke specielt kraftig; bortset fra øgede krav til præcision sammenlignet med obligatorisk niveau er de skriftlige arbejdsformer, opgavesæt og rapporter, de velkendte. Dvs. at progressionen i det skriftlige arbejde i højere grad ligger på det faglige indhold end i udviklingen af nye skriftlige kompetencer.

Progressionen i faget er andetsteds i evalueringen blevet beskrevet som savtakket. Dokumentationen viser at progressionen i det skriftlige arbejde kan beskrives anderledes – der er tale om en trappe med trin der (i reglen) tages og læres ét for ét, og trappen og dens trin øves igen og igen. Selve trappen etableres i 1.g, i 2.g sømmes trinnene fast, og i 3.g kommer der gelænder/tæppe på trappen.

18.2 Hvordan oplever eleverne progressionen?

Indledningsvis skal det bemærkes at det især er dokumentationen af den skriftlige progression på obligatorisk niveau, dvs. for 1.g og 2.g der præsenteres i det følgende da det er her der fremtræder forskelle i elevernes opfattelser. Den skriftlige progression på højniveau fremtræder ikke som markant forskellig fra progressionen i 2.g; det skyldes elevernes forudsætninger, herunder at elementerne i og typerne af skriftlige arbejdsopgaver er kendt og prøvet på obligatorisk niveau; der optræder for flertallet af elever ingen nye opgavetyper i undervisningen på højniveau i 3.g. (Jf. dog kapitlet om større skriftlig opgave.)

I spørgeskemaundersøgelsen er eleverne blevet spurgt om, hvordan de oplever udviklingen i faget fysik fra de startede i gymnasiet og til nu. Det skal bemærkes at selve ordet progression ikke bruges i spørgsmålene til eleverne, men ord som udvikling, bygge videre på o.l. tages som udtryk herfor.

Det overordnede spørgsmål lød: Hvordan oplever du udviklingen i faget fysik fra du startede i gymnasiet til nu? Dette spørgsmål er opdelt i delspørgsmål hvoraf nogle vedrører elevers oplevelse

af udviklingen i det skriftlige arbejde. Tabellen viser angivet i procent 1. og 2.g'ernes svar på følgende udsagn:

1) Rækkefølgen og gennemgangen af de forskellige emner i fysik er tilrettelagt sådan at der kan bygges videre på ens viden fra det foregående i det næste osv.
2) Du kan bruge den fysikviden du har i forvejen i nye fysikemner/opgaver
3) Det skriftlige arbejde bliver mere omfattende
4) Det skriftlige arbejde bliver mere varieret
5) Undervisnings- og arbejdsformerne bliver mere selvstændige.

Tabel 17.1 Udviklingen i fysik fra 1.g til undersøgelsestidspunktet (Angivet i %)

	I høj grad	I nogen grad	I begrænset grad	Slet ikke	Ved ikke
1 Bygge videre	17	46	23	4	10
2 Bruge viden	15	45	28	7	5
3 Mere skriftligt	23	46	22	5	4
4 Større variation	6	31	42	15	7
5 Øget selvstændighed	6	35	40	15	4

Kilde: PLS-rapport

Samlet angiver 60-63% af eleverne at de i høj grad eller nogen grad kan bygge videre på deres viden i nye sammenhænge. Opdeles svarene vedr. det første spørgsmål på 1.g og 2.g, er der imidlertid en markant forskel idet 67% af 1.g'erne har disse svar, mens det for 2.g'ernes vedkommende er 48%. Samme tendens gør sig gældende for det andet spørgsmål. At 1.g'erne i større udstrækning giver udtryk for at de kan anvende deres viden fra det foregående i det næste, må tages som udtryk for at progressionen er tydeligere i 1.g end i 2.g. Svarene kan tillige tages som udtryk for noget der er belyst andetsteds, nemlig at fysikundervisningen tilrettelægges med en blid start i 1.g for så at speede op senere, hvilket betyder en udvidelse af stofområder og færdigheder der skal læres, ikke mindst på "det matematiske plan sker der et progressionsspring fra 1. til 2.g". Opskruningen i tempo går hånd i hånd med flere opgaver. Det betyder at omfanget af det skriftlige arbejde stiger – hvilket 69% af eleverne svarer i høj grad eller nogen grad er tilfældet. Samlet set viser elevernes svar på de tre udsagn at den største faglige udvikling ligger i omfanget af det skriftlige arbejde, og det afspejler samtidig den vigtigste side ved progressionen i undervisningens tilrettelæggelse.

Som dokumenteret tidligere medfører en skriftlig bearbejdning/et skriftligt arbejde (ofte) at undervisningsstoffet forstås bedre - eller med læreres og elevers egne ord: "teorien falder på plads". Er der tilpas mange afleveringer og tilbageleveringer (inkl. retning, kommentarer), øges

progressionen alt andet lige, dvs. at eleverne oplever at den faglige forståelse og udvikling hænger sammen med det at lave noget skriftligt. Kravene til det skriftlige arbejde stiger også fra simpel indsætning af formler til opgaver med flere trin i opgaveløsningen, herunder sammenhængende tekst. Jf. første citat i dette kapitel.

Om dette rent faktisk understøtter elevernes oplevelse af faglig udvikling, afhænger af om eleverne kan bruge den viden og de færdigheder de har. Det er der mange elever der oplever at de kan i høj grad (15%) eller i nogen grad (45%). Det gælder især 1.g-elever. En tredjedel af eleverne svarer i begrænset grad (28%) eller slet ikke (7%), - det er især 2.g'erne.

Svarene på udsagn 4 og 5 er næsten identiske. Henholdsvis 57% og 55% giver udtryk for at de i begrænset grad eller slet ikke oplever at det skriftlige arbejde bliver mere varieret, eller at undervisnings- og arbejdsformerne herunder de skriftlige bliver mere selvstændige. Resten svarer primært 'i nogen grad', og 6% svarer i høj grad. Andre dele af dokumentationen viser at øget variation og selvstændighed er to parametre som indgår i en undervisningstilrettelæggelse præget af progression samtidig med at mere selvstændige arbejdsformer og brugen af forskellige typer af skriftligt arbejde medvirker til at elever oplever at de mestrer noget. Når over halvdelen af eleverne i begrænset grad eller slet ikke oplever at det skriftlige arbejde bliver mere varieret, eller at undervisnings- og arbejdsformerne bliver mere selvstændige, kan det skyldes to principielt forskellige forhold: progressionen i det skriftlige arbejde begrænses generelt af at der inden for alle kernestoffets områder bruges lang tid på at få det basale på plads; derfor stilles der mange regne- og lignende opgaver. Det efterfølges af forsøg og forsøgsrapporten. Det kan af mange elever opfattes som variation 'i begrænset grad' eller 'slet ikke' og skaber tilsyneladende ikke en oplevelse af øgede krav til selvstændighed. Det andet forhold handler om at fysikundervisningen er meget forskellig tilrettelagt sådan at nogle elever rent faktisk oplever at der kommer mere variation i det skriftlige arbejde, og at der bl.a. derfor stilles større krav til deres selvstændighed. Noget som andre elever der har en anden slags fysikundervisning, oplever i 'i begrænset grad' eller 'slet ikke'.

18.2.1 Sammenfatning

Dokumentationen fra både lærere og elever viser at den skriftlige del af fysikundervisningen er tilrettelagt med progression, og at eleverne oplever en udvikling i de skriftlige opgavers indhold og omfang og i deres skriftlige færdigheder. Elevernes svar viser tillige at udviklingen mod en større selvstændighed i arbejdet og større variation i undervisningsformerne er mere begrænset. Forhold som tillige dokumenteres klart i elevernes selvevalueringsrapporter

18.3 Konklusion og anbefalinger

Evalueringsgruppen vurderer det som positivt at det skriftlige arbejde i fysik både på obligatorisk niveau og på højniveau er tilrettelagt med progression. Det viser sig i at vidensdele og færdigheder trænes enkeltvis før de bruges i mere komplekse opgaver, og i at det skriftlige arbejde indeholder krav på flere taksonomiske niveauer (beskrivelse, redegørelse, sammenligning, analyse og vurdering).

Det er imidlertid evalueringsgruppens opfattelse at de måder progressionen konkret sætter sig igennem på, og de opfattelser elever har af deres faglige udvikling, også må ses i sammenhæng med en række forhold. Det drejer sig om opgaveformuleringers og forsøgsvejledningers udformning, sikringen af at eleverne har tilstrækkelig viden i forhold til de stillede opgaver, tidsspannet mellem teorigennemgang og det eksperimentelle arbejde, afstanden mellem skriftlige afleveringer, den faglige vejledning og rettepraksis, brugen af omlagt undervisning samt variationen i de skriftlige arbejdsformer og øget vægtlægning på elevers selvstændighed.

Dokumentationen viser at de anførte forhold ikke i sig selv er barrierer for progressionen. Det er derfor evalueringsgruppens opfattelse at det er de måder man håndterer dem på, der kan virke hæmmende eller fremmende for en progression der tillige korresponderer med elevers faglige udvikling, herunder deres skriftlige forudsætninger. Da disse forhold i visse henseender er indbyrdes relaterede, vil ændringer på et område have konsekvenser for et eller flere af de øvrige områder.

Det er evalueringsgruppens opfattelse at elevers oplevelse af progression, dvs. deres oplevelse af faglig udvikling, svarer til lærernes opfattelse. Kadencen mellem lærernes tilrettelæggelse af det skriftlige arbejde (progressionen) og elevers oplevelse af at de tilegner sig og mestrer nogle skriftlige former og færdigheder, er efter evalueringsgruppens opfattelse specielt god i 1.g, mens dens er mindre god i 2.g hvor der ofte opstår en vis disharmoni mellem den øgede progression i lærernes tilrettelæggelse af det skriftlige arbejde og en del elevers oplevelse af faglig udvikling. På obligatorisk niveau og specielt på højniveau er den skriftlige eksamen meget styrende for det skriftlige arbejdes udformning og omfang. Dokumentationen viser at den skriftlige arbejdsbyrde på højniveau er stor, og/men at der ikke indøves egentlig nye skriftlige arbejdsformer. Det betyder at progressionen i det skriftlige arbejde i højere grad ligger på det faglige indhold end i udviklingen af nye skriftlige kompetencer.

Dokumentationen viser at variationen i skriftlige arbejdsformer generelt er forholdsvis begrænset idet de primært består af regneopgaver, opgavesæt og forsøgsrapporter; et flertal af eleverne giver udtryk for at de ikke i særlig grad oplever at det skriftlige arbejde bliver mere varieret eller

mere selvstændigt over tid. Det er evalueringsgruppens opfattelse at en større inddragelse af andre typer af skriftligt arbejde vil styrke elevers oplevelse af at mestre faget og deres selvstændighed samtidig med at den skriftlige progression øges og synliggøres yderligere.

En sådan udvikling forudsætter ud over det tidligere nævnte overvejelser på følgende felter:

- Kernestoffet, dvs. den måde kernestoffet er beskrevet på i fagets bekendtgørelse, og den måde det opfattes på indenfor den faglige tradition.[37]
  Begge dele bevirker at kernestoffets forskellige områder gennemgås med stort set samme vægt, og da synergieffekten mellem dem beskrives som forholdsvis begrænset, bruger man ved hvert nyt emne megen tid på basale skriveopgaver som at sætte ind i formler, regneeksempler o.l. De næste trin i progressionen, det analytiske og det vurderende kræver at man går mere i dybden med det enkelte emne. Det kræver mere tid og anvendelse af flere arbejdsformer, herunder skriftligt arbejde, og det vanskeliggøres af den måde kernestoffet er beskrevet på og fortolkes på af lærerne inden for den faglige tradition.
- Eksamen, eksamensopgivelserne på begge niveauer og de skriftlige eksamensopgaver på højniveau.

<u>Anbefalinger</u>
For at sikre den skriftlige progression og styrke elevers skriftlige forudsætninger bør lærerne tilstræbe at anvende en større variation af skriftlige arbejdsformer i undervisningen. Variationen skal tillige sikre at elever lærer at mestre mere selvstændige skriftlige arbejdsformer.

Det anbefales at iværksætte et fagdidaktisk udviklingsarbejde med følgende sigtepunkter:

- *Faglig vejledning og rettepraksis*
- *Omlagt undervisning*
- *Selvstændighedsfremmende undervisnings- og arbejdsformer*
- *Variation i det skriftlige arbejde, herunder andre typer af afleveringsopgaver.*
- *Eksamensformer, herunder afløsningsopgaver*

Initiativet kan tages lokalt og fx ske via skolebaseret efteruddannelse, regionalt eller centralt. (Mht. til ressourcer til det fagdidaktiske udviklingsarbejde, se kapitlet Fysiske og økonomiske ressourcer.)

I forlængelse af det udviklingsarbejde der er pågået gennem nogle år, anbefales det Undervisningsministeriet/fagkonsulenten at videreudvikle dette til også at omhandle udviklingen af

[37] *Inden for den faglige tradition, dvs. sådan som de fleste fysiklærere opfatter det.*

andre skriftlige arbejdsformer end de mest anvendte, dvs. studentereksamensopgaver o.l. Et sådant arbejde kunne hensigtsmæssigt gennemføres med en bredere kreds af interessenter (elever, lærere o.a.).

Det bør overvejes at udforme en nøjere beskrivelse af målene for elevernes skriftlige kompetencer og kompetenceudvikling. Noget sådant vil være gavnligt med henblik på en målrettet udvikling af fagets arbejdsformer også inden for det skriftlige arbejde.

Progressionen i det skriftlige arbejde og dermed i fysikfaget bør sikres og styrkes gennem en smidiggørelse af kravene til antallet af emner og rapporter der opgives til eksamen. Det kan ske ved at åbne for at andre typer af skriftligt arbejde kan indgå i eksamensopgivelserne og eksamen.

For at sikre og styrke fagets skriftlige dimension, den skriftlige progression og elevers skriftlige forudsætninger bør det overvejes hvordan forskellige typer af afløsningsopgaver på begge niveauer kan være med til at sikre at elever lærer at skrive om teoretiske og eksperimentelle emner på forskellige taksonomiske niveauer i et korrekt fagsprog.

19 Studieforudsætninger

Evalueringens andet gennemgående tema er de forudsætninger eleverne udvikler i forhold til videregående uddannelse gennem undervisningen i fysikfaget. For at få dette dokumenteret og undersøgt er lærere og skoleledelser blevet spurgt herom i forbindelse med selvevalueringen, og der er gennemført en større interviewundersøgelse med studerende og undervisere ved en række videregående uddannelser. Heri indgår især lange videregående uddannelser hvor fysik er påkrævet på enten obligatorisk eller på højt niveau, men andre uddannelser indgår også, fx læreruddannelsen.[38]

Kapitlet har to afsnit der omhandler dokumentationen fra skolerne og aftagerinstitutionerne. Det afsluttes med en konklusion og anbefalinger.

19.1 Skolers opfattelser

Skoleledelserne forholder sig mere generelt til det studieforberedende ved fysikfaget, mens fysiklærerne både i selvevalueringsrapporter og i samtaler ved skolebesøg giver udtryk for at det skriftlige arbejde i fysik og ikke mindst udarbejdelsen af fysik- og projektrapporter skaber gode forudsætninger for videregående uddannelse:

" Det skriftlige arbejde i fysik er et centralt element i elevernes indlæring, hvor eleverne lærer nogle rutiner og arbejdsformer, der kan være nyttige, også ved videregående studie. Dette gælder også uddannelser, hvor der ikke kræves fysik".

" Vi mener dog stadig, at højt niveau i fysik ruster eleverne godt til en videregående uddannelse indenfor naturvidenskab, idet den studerende får lettere ved at klare sig på studiet, når den faglige ballast er god. Formidling indgår i de allerfleste uddannelser fx i form af større projekter, hvor der skal udarbejdes en projektrapport. Fysikformidling i bred forstand træner eleverne i at udtrykke sig med faglig præcision i et klart forståeligt sprog om både teoretiske og

[38] Fysik i det almene gymnasium – undersøgelse af samsvar mellem kompetencer og aftagerinstitutioners krav, DMA/Dansk Markedsanalyse A/S 2001. I rapportens indledning er en omtale af undersøgelsen.

eksperimentelle emner. Det er vores mening, at denne kompetence er nyttig i en videregående uddannelse, uanset hvilket faglige emne eller faglige niveau, det foregår på".

Det skriftlige arbejde opfattes som et centralt element fordi eleverne herigennem får en dybere indsigt i faget, de lærer at systematisere deres praktiske arbejde, iagttagelser og måledata og arbejdet med fysikformidling træner dem i at udtrykke sig med faglig præcision i et klart sprog om teoretiske og eksperimentelle emner. Kort og godt mener lærerne at eleverne gennem fysikfagets skriftlige arbejde udvikler nogle rutiner og arbejdsformer som er nyttige i forhold til alle former for videregående studier. - Hvordan ser studerende og undervisere fra forskellige videregående uddannelser så herpå?

19.2 Opfattelser på aftagerinstitutioner

Interviewundersøgelsen giver mulighed for at vise hvordan studerende ser på nytten af fysikundervisningen i gymnasiet; med hensyn til det skriftlige fokuserer de på rapportskrivningen. " Nogle giver udtryk for at der går for meget tid med at skrive rapporter, hvilket går ud over det indholdsmæssige i faget fysik. I den forbindelse nævner nogle, at de har haft en oplevelse af, at de mekanisk har produceret rapporter efter samme opskrift. En del af denne øvelse består i at finde eksempler i lærebogen på det, der skal beskrives. Dette inkluderer man så i rapporten, uden nødvendigvis at have opnået en forståelse for det. Der er dog andre, der har oplevet rapportskrivningen som en selvstændig proces, som har været spændende og medvirkende til at give en god forståelse af faget" (DMA-rapporten s. 12. De efterfølgende citater i dette kapitel er fra samme kilde). Med hensyn til det formulerings- og formidlingsmæssige giver de studerende udtryk for at det ikke specielt er undervisningen i fysik der skaber disse kompetencer, de opøves også i de andre naturvidenskabelige fag og i gymnasiets øvrige fag.

De studerende giver udtryk for at det almene gymnasium har givet dem en god ballast i forhold til studiet sammenlignet med andre ungdomsuddannelser. Om fysik specielt fremhæver de som noget positivt den træning de har fået i at skrive rapporter, en nyttig praktisk kompetence. "Det er dog ikke kun det formidlingsmæssige aspekt ved rapportskrivningen der fremhæves, men også det, at rapportskrivningen giver mulighed for større selvstændighed og dybde i arbejdet. "

De studerende siger desuden at de gennem gymnasiet er kommet ind i den naturvidenskabelige tankegang, hvilket primært er sket via det eksperimentelle arbejde og den efterfølgende rapportskrivning.

"Underviserne giver med hensyn til generelle studiekompetencer udtryk for, at evnen til at arbejde selvstændigt og have en kritisk holdning til stoffet, er væsentlig. Som et problemområde nævnes i

den forbindelse at de studerende møder op med en elevadfærd og forventer at modtage en traditionel lærerstyret undervisning.

Med hensyn til formidlingskompetencer er underviserne på de videregående uddannelser generelt enige om at studenterne fra det almene gymnasium er bedre til at formulere sig end studenterne fra de øvrige ungdomsuddannelser: *"…Der er [eleverne i] det almene gymnasium betydeligt bedre til at formulere sig end [eleverne i] det tekniske gymnasium".*

Det er karakteristisk at undervisernes kommentarer primært handler om de studerendes *skriftlige* formuleringsevner: "De har forventninger om, at de studerende kan udtrykke sig på dansk, men der stilles kun i ringe grad særskilte krav til deres evne til at fremstille naturvidenskabelige emner. Det største problem med de nye studerende er typisk deres manglende evne til at udtrykke sig præcist. Som en underviser udtrykker det: *"Der dukker en masse mennesker op med sådan et cirkasprog".*

Som forslag til forbedring af formuleringsevnerne har det fra flere sider været fremsat ønsker om at nogle af de traditionelle fysikrapporter bør skiftes ud med danske stile om fysiske eller naturvidenskabelige emner".

19.3 Sammenfatning

Dokumentationen viser at både fysiklærere, de studerende og undervisere på de videregående uddannelser anser og oplever skriftlige kompetencer som væsentlige forudsætninger for at starte på og klare videregående uddannelse. De skriftlige kompetencer som udvikles i fysikundervisningen i det almene gymnasium, og som opleves som nyttige i forhold til lange og mellemlange videregående uddannelser, er relateret til rapportskrivningen. Det begrundes med at rapportskrivning samtidig med de formulerings- og formidlingsmæssige færdigheder udvikler fysikforståelse, herunder kendskab til naturvidenskabelig tankegang. Underviserne på de videregående uddannelser giver udtryk for at de forventer at de studerende kan udtrykke sig på klart dansk - modsætningen til cirkasprog - idet der kun i ringe grad stilles særskilte krav til de studerendes evne til at fremstille naturvidenskabelige emner. I konsekvens heraf fremsættes ønsker om at udskifte nogle af de traditionelle fysikrapporter med danske stile om fysiske og naturvidenskabelige emner. Et synspunkt der falder godt i tråd med de studerendes opfattelse af at man også lærer at formulere sig og formidle i andre af gymnasiets fag. Underviserne giver tillige udtryk for det ønskelige i at de studerende er selvstændige og kan tage kritisk stilling til stoffet. Punkter som også vægtlægges af de studerende, og som nogle giver udtryk for, var til stede i den undervisning de oplevede.

19.4 Konklusion og anbefalinger

Evalueringsgruppens vurdering er i lighed med fysiklæreres og de studerendes ved de videregående uddannelser at de skriftlige kompetencer der udvikles i fysikundervisningen i det almene gymnasium, er relevante forudsætninger for at starte på og klare videregående uddannelse. Det er tillige evalueringsgruppens vurdering at disse forudsætninger i høj grad kan relateres til rapportskrivningen fordi netop det at skulle formulere sig skriftligt er med til at skabe forståelse for naturvidenskabelig tankegang og for fysik.

Evalueringsgruppen deler det synspunkt som undervisere fra de videregående uddannelser har om at man må forvente at studerende kan udtrykke sig på klart dansk. Et middel til at opnå dette kunne som undervisere angiver være at udskifte nogle af de "traditionelle fysikrapporter" med danske stile om fysiske og naturvidenskabelige emner; andre former for formidlingsopgaver kunne også udvikles og anvendes. Evalueringsgruppen giver andre steder i evalueringsrapporten udtryk for det ønskelige i at det kvalitative ved fysik kommer mere i fokus. En sådan udvikling falder godt i tråd med at styrke elevernes skriftlige udtryksfærdigheder i dansk normal prosa.

Evalueringsgruppen er ligesom undervisere og studerende af den opfattelse at det er en afgørende forudsætning for videregående uddannelse at studerende er selvstændige og kan tage kritisk stilling til fag og stofområder. Det er evalueringsgruppens vurdering at fysiks bidrag hertil kan bestå i en større vægtlægning på selvstændighed, større variation i det skriftlige arbejde og større inddragelse af eleverne i planlægningen af undervisningen.

Anbefalinger

Af hensyn til elevers forudsætninger for videregående uddannelse bør fysikfaget anvende en større variation af skriftlige arbejdsformer der sikrer elevers evne til at udtrykke sig på klart dansk og styrker deres selvstændighed og kritiske sans. Et sådan fokus vil samtidig bidrage til at uddybe elevers fysikforståelse.

Skriftlige genrer der kræver mere sammenhængende tekst på dansk normalprosa med tilpas fagsprog, er fx projektopgaver, afløsningsopgaver, artikler, hjemmesider, informationsudveksling med elever på andre skoler om diverse fysikfaglige og naturvidenskabelige emner.

20 Større skriftlig opgave

Større skriftlig opgave skrives i 3.g, og opgaven kan skrives i dansk, historie eller i et af elevens højniveaufag.[39] Eleven vælger selv hvilket fag han/hun vil skrive i. Før eleven endeligt tilmelder sig, har der normalt fundet mindst én samtale sted mellem eleven og den lærer eleven har i faget. Nogle elever er i tvivl om hvad og i hvilket fag de ønsker at udarbejde opgaven i, og kan derfor have samtaler med flere lærere. Læreren fungerer som vejleder i forberedelsesfasen, og som bedømmer på opgaven sammen med en ekstern censor. Inden for faget vælger eleven i samråd med læreren det område som opgaven skal omhandle, og i løbet af vejledningsperioden indkredser vejleder og elev i fællesskab emnet eller de mere specifikke problemstillinger som opgaven skal indeholde. Opgavetitlen formuleres af vejlederen, og den skal ud over fagspecifikke krav formuleres sådan at væsentlige dele af besvarelsen ligger uden for elevens pensum i det fag der er valgt. Alle en skoles 3.g-elever skriver opgaven i samme uge hvor de så har skemafri. På de fleste uger ligger opgaveugen i ugen op til juleferien, enkelte har den liggende senere. I opgaveugen skal eleven kunne kontakte sin vejleder sådan at konkrete spørgsmål vedr. opgaveformuleringen kan blive besvaret, og skolens lokaler, bibliotek og øvrige undervisningsudstyr, fx edb-faciliteter, skal være til rådighed i passende omfang for eleverne. Elever der skriver i fysik, kemi og biologi skal kunne anvende faglokalerne i passende omfang under opsyn af vejlederen eller en anden faglærer.

Vejleders og censors karakterfastsættelse sker ud fra en helhedsvurdering af opgavebesvarelsen. Her skal følgende bedømmes: Er opgaven besvaret ud fra de formulerede krav i opgavetitlen? Er der benyttet relevant baggrundsstof, og er det behandlet på en tilstrækkeligt dybtgående måde? Er dokumentationsgraden og -måden i orden? Er litteraturlisten fyldestgørende, og er alle anvendte kilder oplyst? Herudover ses der på om stoffet er formidlet på en tilfredsstillende måde, og om der er sammenhæng i besvarelsen, dvs. om den er veldisponeret, og om den sproglige udformning er klar, præcis og ensartet gennem hele opgaven. Endelig indgår det i bedømmelsen om eleven har holdt sig inden for det maksimale sidetal, som er 15 (eksklusiv indholdsfortegnelse, litteraturliste ol.).

[39] Gymnasiebekendtgørelsen/Bilag 35 indeholder de generelle regler for større skriftlig opgave. De præsenteres i hovedtræk i det følgende.

De her nævnte retningslinjer er generelle; derudover indeholder fagbekendtgørelsen for de fag der kan skrives i, særskilte paragraffer herom. (Gymnasiebekendtgørelsen bilag 14 FYSIK stk. 7.6). I fysik er opgaven normalt af eksperimentel karakter. Det eksperimentelle arbejde ligger normalt i opgaveugen, og det foregår i reglen på skolen, men det kan også foregå på en institution eller i virksomhed. Ud over de generelle bedømmelseskriterier lægges der vægt på i hvilket omfang eleven selvstændigt har udvalgt og anvendt relevant fagligt baggrundsstof og passende fysiske metoder, om analysen af evt. datamateriale er fyldestgørende, om eleven vurderer undersøgelsens resultater på en kritisk og fagligt metodisk måde, samt om eleven på alle niveauer i opgaven (redegørelse, analyse, vurdering og perspektivering) viser en selvstændig bearbejdning af fagstoffet og behandler det valgte fagområde på en relevant facon.

Større skriftlig opgave er for hovedparten af eleverne den største opgave de kommer til at skrive i deres gymnasietid. Kravene til opgavebesvarelsen i kombination med at det er op til eleven at tage initiativ til at tale med sin faglærer, vælge fag & område, søge & læse litteratur, skrive oplæg til og aftale møder med vejlederen samtidig med at det daglige skolearbejde - fag, timer og almindelige skriftlige afleveringer - fortsætter som normalt, gør at de fleste elever oplever opgaveprocessen og udarbejdelsen af besvarelsen som en stor personlig og faglig udfordring – den gymnasiale ildprøve.

Kravene til opgaven og til elevernes selvstændighed i arbejdsmåde mv. betyder at større skriftlig opgave må ses som et vigtigt element i det almene gymnasiums almendannende og ikke mindst dets studieforberedende sigte. Derfor indgår det i evalueringen af fysik.

Kapitlet omhandler: Fordelingen af større skriftlige opgaver i fysik på skoler og køn, på emner, skolernes procedurer og vejledning, vejledningsfasen, lærernes vurdering af opgavens bedømmelseskriterier og elevers udbytte af at skrive fysik, opgavetitlernes udformning og elevers motiver til valg af skrivefag.

Dokumentationen er skoleledelsers og læreres selvevalueringsrapporter samt tilhørende bilag og spørgeskemaundersøgelsen af 3.g-eleverne. Større skriftlig opgave forholder eleverne sig ikke til i deres selvevalueringer.

20.1 Fordeling på skoler og køn

På landsplan og på de 15 skoler er dansk og historie de fag der klart skrives flest større skriftlige opgaver i; det gælder også for de 3.g'er der har fysik højniveau. Ligesom der er udsving i hvor stor en andel af eleverne der vælger højniveau, er der udsving i hvor stor en andel af eleverne på de enkelte skoler som vælger at skrive større skriftlig opgave i fysik. I de sidste år er der tale om et

fald i antallet af opgaver jf. faldet i antal højniveauelever i samme periode.[40] I snit vælges det af 20-25% af højniveaueleverne – på nogle skoler er der i visse år ingen der vælger at skrive i fysik, på andre skoler ligger det generelt på eller over gennemsnittet hvert år. Skoler med en høj rekruttering til højniveau har af forklarlige grunde i reglen også flere opgaveskrivere i faget og vice versa, men generelt er der ikke tale om ligefrem sammenhæng mellem rekruttering til fag og andelen af elever der skriver større skriftlig opgave i faget. I skoleåret 1999/2000 var andelen af elever der skriver i faget, over 20% på en tredjedel af skolerne, på de øvrige skoler var den 20% eller derunder.

Det er især drenge der vælger at skrive i fysik; af de 23% af højniveaueleverne som har valgt at skrive i fysik er de 85% drenge, der er altså tale om en vis overrepræsentation idet pigerne gennemsnitligt udgør 20-25% af højniveaueleverne. På en tredjedel af skolerne(5) er det alene drenge der har skrevet større skriftlig opgave i fysik i den undersøgte periode dvs. de sidste fire skoleår, for halvdelens vedkommende skyldes det at højniveauholdene alene består af drenge. På en femtedel af skolerne(3) har der både været drenge og piger der skrev i faget hvert år; på de øvrige skoler (10) optræder der 'pigeløse' år. Det generelle billede er at piger udgør 15% af opgaveskriverne; på en tredjedel af skolerne (5) ligger pigeandelen i over halvdelen af perioden dog betydeligt højere, nemlig fra 22%-75%, - tal der kun delvis afspejler kønsfordelingen på skolernes højniveauhold. Alt i alt viser tallene at i de sidste fire år har alle skoler haft drenge der skrev større skriftlig opgave i fysik, mens halvdelen af skolerne hvert år har haft piger der skrev i faget.

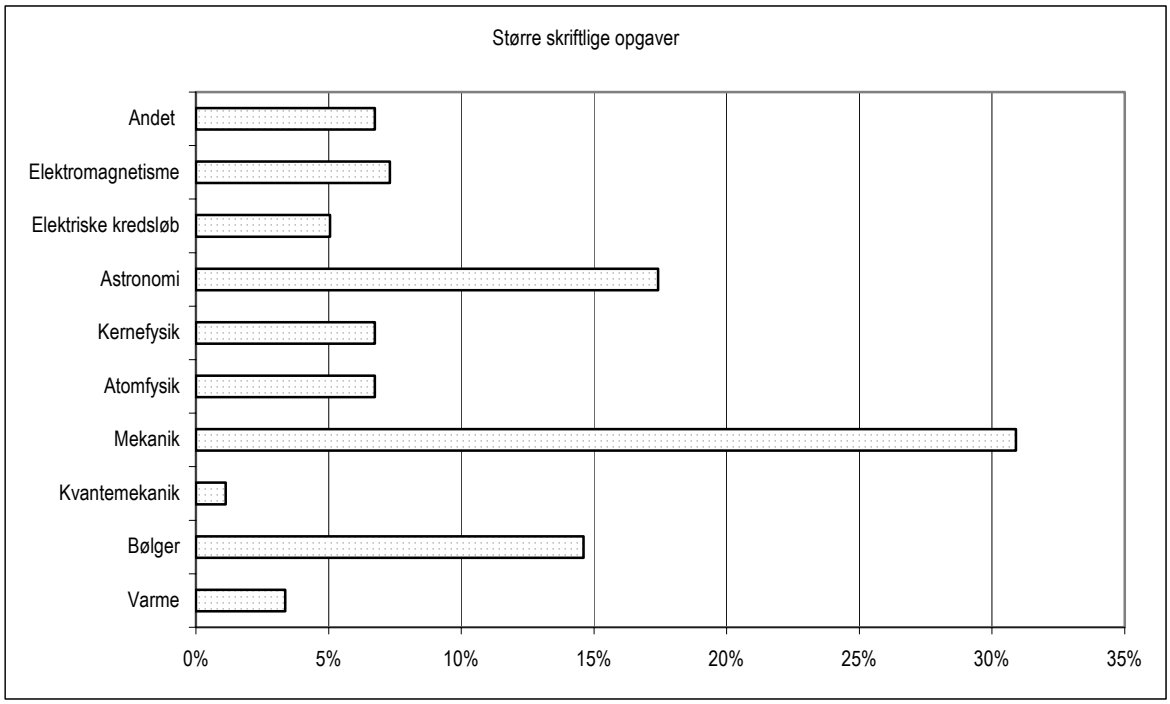
20.2 Fordeling på emner

I selvevalueringen er lærerne blevet bedt om at oplyse hvilke områder/emner de har stillet opgaver i på deres skole inden for de sidste tre år.

Heraf fremgår det (jf. den efterfølgende graf) at mekanik og mekanik i kombination med noget andet er absolut topscorer, idet ca. 30% af opgaverne falder i denne kategori. Dernæst følger astronomi (17%), bølger (15%), kernefysik, elektromagnetisme og andet (7%), bølger/atomfysik (7%) og de øvrige emner ligger på 6% og derunder. På stort set alle (14/15) skoler er der stillet opgaver inden for mekanik og astronomi samt typisk fire andre emner. På en tredjedel af skolerne er emnevariationen større idet der er stillet opgaver i op til 11 forskellige emner gennem perioden. Tre af disse skoler har en høj rekruttering til højniveau, og mange elever der vælger at skrive i

[40] *Talmaterialet i dette kapitel har tre kilder: oplysninger fra de 15 skolers ledelser om antal højniveauelever og opgaveskrivere totalt og fordelt på køn i perioden 1997/98 – 2000/2001, PLS-rapporten om 3.g s. 37-42 og Undervisningsministeriet (Nøgletal samt specialkørsler lavet ifm. evalueringen)*

faget. Det kan være en medvirkende årsag til variationen, men det gælder ikke for de øvrige, så nogen entydig sammenhæng mellem antal opgaver og variationen i emner lader sig ikke påvise.



Drenge og piger skriver inden for alle emner; men drenge ser ud til højere grad at skrive inden for mekanik og astronomi end piger; de ser ud til i højere grad at skrive inden for bølger og atomfysik.[41]

20.3 Skolernes procedurer og vejledning

Skolernes måde at informere om større skriftlig opgave på til eleverne er lidt forskellig, men det almindeligste er en kombination af skriftlig og mundtlig information.[42] På nogle skoler varetages

[41] For alle emner kan det være i kombination med andet. Jf. tabellen i bilagsbindet. Forbeholdet – ser ud til - skyldes at ikke alle skoler har oplyst om kønsfordelingen på emner.

[42] Det følgende bygger på skoleledelsers og læreres beskrivelser i selvevalueringsrapporterne. Da variationen mellem skoleledelsernes og læreres beskrivelser er begrænset behandles de samlet.

den første samlede information til 3.g'erne af rektor eller en inspektor, på andre skoler er det studievejlederne der står herfor. Herudover har en del skoler et informationshæfte indeholdende de generelle regler om opgavekrav, terminer, opgaveuge, censur mv. som tillige kan indeholde fagspecifik information, fx eksempler på opgaveformuleringer eller andre forhold, herunder om eksperimentelle projekter. Den generelle information efterfølges af en fagspecifik del som de enkelte faglærere, in casu læreren på højniveauholdet i fysik, står for. Ud over at fortælle om opgaven i faget er det almindeligt at læreren uddeler et papir om større skriftlig opgave i faget, enten et den pågældende lærer eller faggruppen har udformet eller et aftryk/uddrag af fagbekendtgørelsen eller fagets undervisningsvejledning. Nogle lærere viser og udlåner 'gamle' opgaver til de elever der ytrer interesse for at skrive i faget. Dette fører videre til drøftelser mellem lærer og elev om konkrete emner mv. som munder ud i at eleven afleverer sin tilmeldingsblanket til skolens administration med angivelse af fag og område.

Afslutningsvis skal nævnes at nogle skoleledelser pointerer at man fra skolens side gør en indsats for at få eleverne til skrive i deres højniveaufag hhv. til ikke at skrive i dansk eller historie. Det argument der bruges over for eleverne, er det store faglige udbytte de kan få ved at skrive større skriftlig opgave i et af deres højniveaufag.

20.4 Vejledningsfasen

Vejledningsfasen starter for så vidt allerede i forbindelse med valg af område, men den intensiveres normalt i ugerne efter for at kulminere en uges tid eller to før opgaveugen. Lærernes beskrivelser og vurderinger af vejledningsforløbet er ret ensartede; et forhold som bl.a. kan ses i relation til at der har været en del ekstern kursusvirksomhed herom. Det følgende citat er typisk i sin beskrivelse af mødeaktivitet og indhold, men det er ikke alle der så eksplicit beskriver vejledningens faser og vejledningen som en samarbejdsrelation:

"Når eleven begynder på den større skriftlige opgave i fysik starter et samarbejde eller en vekselvirkning mellem lærer og elev. Det er vigtigt at læreren holder sig orienteret om hvilken fase eleven er i, men det er klart at initiativet bør ligge hos eleven. Det fremgår klart af bekendtgørelsens bedømmelseskriterier at selvstændighed også i udvælgelsen af litteratur skal vægtes. Men hvis elevens udspil mangler eller skyder ved siden af, må læreren være behjælpelig med og sikre sig elevens rette valg af litteratur. Når teorien er diskuteret og afgrænset er det naturligt at forvente en foreløbig disposition og litteraturliste til gennemsyn og evt. korrektion."

Generelt må man sige at det er i de eksperimentelle opgaver at eleverne har størst mulighed for at arbejde selvstændigt. Næste fase bliver diskussion af hvilke eksperimenter der kan udføres. Her er det klart at læreren kommer ind i billedet med sin viden om hvilket apparatur det er muligt at gøre

brug af. Det er naturligt at læreren demonstrerer apparaturet, skriver og udleverer vejledning hertil samt holder opsyn for at sikre den rette og forsvarlige eksperimentelle fremgangsmåde. Herefter kan eleven selvstændigt arbejde med det eksperimentelle udstyr og udføre de relevante forsøg. Ligeledes arbejder eleven mest muligt selvstændig med analysen og vurderingen af de målte data, men det kan være naturligt med faglige samtaler med læreren.

"Det at lave et eksperimentelt projekt/opgave i fysik betyder at eleven skal sætte sig ind i den relevante teori/litteratur, udføre forsøgene med databehandling, analyse og konklusion og derefter skrive/formidle en god opgave. Man må sige, at det kræver en meget stor arbejdsindsats af eleven".

Det lærerne generelt vurderer som positivt ved vejledningsprocessen, er den tætte kommunikation med eleven/erne, muligheden for faglig fordybelse samt elevers selvstændige overvejelser over og samtaler med vejlederen om det relevante og realistiske i forskellige eksperimenter. Det lærerne generelt vurderer som negativt eller problematisk, er risikoen for at det i for høj grad er læreren der styrer processen hvis eleven ikke har nogen ideer til indhold og eventuelle eksperimenter, og at vejledningen især i forbindelse med 'utraditionelle' emner kan kræve betydelig mere tid end den der aflønningsmæssigt er fastsat. Nogle påpeger tillige at der kan ligge et problem i at fysiklærere ikke er vejledere på større skriftlig opgave hvert år fordi de ikke har et højniveauhold.

20.5 Kriteriet selvstændighed

Lærerne er blevet bedt om at tage stilling til de bedømmelseskriterier der gør sig gældende for større skriftlig opgave. De giver udtryk for at de synes kravene er høje, og stort set alle lærere problematisere kravet om *selvstændighed* både i forhold til elevers udvælgelse og bearbejdning af relevant fagstof og i forhold til valg af arbejdsmetoder/eksperimenter. Nogle problematiserer hvad der kan/skal forstås ved selvstændighed i denne sammenhæng: "Det (selvstændighed) er et nødvendigt krav til en høj karakter. Det skal dog ikke overdrives. Når fx censorer argumenterer med at "det er traditionelle eksperimenter", er den gal. Det er i databehandlingen og analyse og vurderingen, selvstændigheden skal vises". Andre siger: "Disse tilsyneladende meget store krav bliver taget med et gran salt af såvel fysiklærerne som af censorerne. Derfor er det vores erfaring, at også svage elever med stort udbytte kan skrive 3. års opgave i fysik". Og ganske mange giver udtryk for at bekendtgørelsens krav desangående bør opblødes/nedtones.

20.6 Modenhed og studiekompetence

Lærernes vurderinger af hvad der er det vigtigste fysikelever lærer ved at skrive større skriftlig opgave i faget, er meget ensartede. Det formuleres fx sådan: "Noget af det vigtigste, som eleverne lærer om, er naturligvis selve emnet, som de skriver opgave i. Eleverne kan få meget ud

af en opgaveuge og lære meget om et emne, som de interesserer sig for. Selve arbejdsprocessen er også væsentlig. At finde litteratur om et emne, læse om emnet, udføre eksperimenter og formidle/skrive om emnet er en arbejdsmetode, som en del elever vil komme til at bruge på en videregående uddannelse, så det er fint at eleverne allerede på gymnasiet stifter bekendtskab med denne form for arbejde".

Når fysiklærerne reflekterer over hvilke 'ekstra' kompetencer de der skriver større skriftlig opgave i faget, evt. udvikler sammenlignet med de øvrige fysikhøjniveauelever, er opfattelserne mere delte. Enkelte mener ikke at det udvikler 'ekstra' kompetencer. En del mener at de generelt bliver bedre til faget og derfor (måske) klarer sig bedre til eksamen. Andre har fokus rettet mod den personlige modenhed og almendannelse elever udvikler ved at skrive større skriftlig opgave i fysik:

" Større indsigt og større "modenhed"! - Den større indsigt forklarer vist sig selv, men den større "modenhed" skal forstås på den måde, at arbejdet med relativt komplicerede emner både teoretisk og/eller eksperimentel næsten uvægerligt giver problemer: apparatur går i stykker, litteratur kan ikke findes etc. etc.; disse arbejdsforhold tvinger eleverne til at være problemknusere og tålmodige og udvikler dermed en "modenhed" (måske lidt store ord, men alligevel…). De øvrige fysikhøjniveauelever bliver ikke udsat for helt de samme ekstremer; eksempelvis er fysikforsøgene på højt niveau jo oftest "grydeklare" forsøg".

20.7 Opgavetitler

I forbindelse med selvevalueringen er lærerne blevet bedt om at medsende et antal opgavetitler/opgaveformuleringer med angivelser af karakterniveauet for de hertil hørende besvarelser. (Med karakterniveau menes bestået, under middel, middel, over middel.) Som anført ovenfor er det et krav til besvarelsen at eleven på alle niveauer i opgaven (redegørelse, analyse, vurdering og perspektivering) skal vise en selvstændig bearbejdning af fagstoffet. Derfor skal de fire niveauer og/eller niveaudelingen fremgå af opgavetitlen/opgavens formulering sådan at det er tydeligt at der er tale om progression i opgaven. En undersøgelse af opgavetitlerne viser at en sådan progression ikke i alle tilfælde lader sig aflæse.

Nogle opgavetitler indeholder 3-4 punkter ret lange, men præcist formulerede sætninger hvoraf opgavens krav og progression fremgår. Her er progressionen synlig.

Andre opgavetitler er opdelt i 10-15 mindre afsnit og virker nærmest som en opskrift for hele opgaven. Andre foretrækker en opstilling i fire-fem punkter. I begge typer er progressionen svært aflæselig. Et eksempel: I pkt. 1 kræves en *forklaring* og en *vurdering*, i pkt. 2 en *forklaring*, i pkt. 3 en *visning* og i pkt. 4 en *omtale*.

Et andet problem ligger i anvendelsen af ordet *kan* eller ordene *kan eventuelt*. En opgavetitel indeholder fx to klare punkter *redegørelse* og *undersøgelse* hvorefter den slutter som følger: Du *kan* herudover komme ind på eksempler hvor laseren anvendes, fx inden for holografi. Det kan(!) være vanskeligt for eleven – og for censor - at vurdere hvor megen vægt denne del af opgaven skal tillægges.

20.8 Elevers motiver til valg af skrivefag

Det dominerende motiv blandt den fjerdedel af eleverne på højniveau som har valgt at skrive større skriftlig opgave i faget, er at de kan lide den måde der arbejdes på i faget – 63% af dem har givet det svar. Den næsthyppigste grund er at det er let at finde gode emner – det svarer 44% af dem. En fjerdedel af dem svarer at deres fysiklærer har været inspirerende, at det de lærer i fysik kan bruges i en bredere sammenhæng, at opgaven giver mulighed for at undersøge fænomener fra deres dagligdag nærmere og/eller at de gerne vil prøve at arbejde selvstændigt med faget. (Eleverne har haft mulighed for at angive mere end ét svar.) Mindre hyppige svar drejer sig om at eleverne mener de får megen vejledning når de skriver i fysik (13%), at der ikke er andre fag der tiltaler dem (17%), og at de kan bruge det i deres videre uddannelse (9%). Herudover angiver hver femte elev andre grunde end de nævnte.

Svarmønstret hos de fysikhøjniveauelever der ikke har valgt at skrive større skriftlig opgave i faget, er på mange måder en spejlvending af ovennævnte. Det mest udbredte svar er at de ikke føler sig sikre nok i fagets arbejdsmetoder (55%), at de mangler/manglede inspiration fra deres fysiklærer (25%), og at det er svært at finde gode emner at skrive om (24%). Mindre hyppige svar er at man alt for let kommer til at lave fejl (11%), at de ikke skal bruge fysik i deres videre uddannelse (4%), og at de ikke kan bruge det de lærer ved at skrive i fysik til andet end fysik (2%). Herudover svarer en tredjedel andre grunde end de just nævnte.

Hvad vil disse elever der kunne have skrevet i fysik, så skrive i? Og er de specielle, eller ligner de alle de andre elever i 3.g på matematisk linje? Spørgsmålet til eleverne lød: hvilket eller hvilke andre fag overvejer du at skrive i?

Tabel 17.1 Valg af fag til større skriftlig opgaver (Angivet i %)

	Fysik højniveauelever	Alle 3.g-matematikere
Dansk	28	28
Historie	53	43
Matematik	28	16
Biologi	3	14
Kemi	6	5
Engelsk	4	11
Andet fag	7	21

Kilde: PLS-rapport

De ligner andre 3.g'ere for så vidt som at hovedparten af dem overvejer at skrive i dansk eller historie. At flere fysikelever end 3.g-matematikere overvejer at skrive i historie skyldes formodentlig at hovedparten af fysikeleverne er drenge; historie er i særlig høj grad et fag matematikerdrenge vælger at skrive i. Over en fjerdedel af fysikeleverne har planer om at skrive i matematik, hvilket kun gør sig gældende for 16% af 3.g-matematikerne generelt. Sidstnævnte påtænker så i dobbelt så stort omfang som fysikeleverne at skrive større skriftlig opgave i enten biologi eller kemi. Svarkategorien 'andet fag' er tre gange større hos matematikere generelt som hos fysikeleverne, det samme gælder 'engelsk'. I kategorien 'Andet fag' tegner samfundsfag sig for de største andele fulgt af musik, men sprog nævnes også af en del. Lidt populært sagt er fysik som skrivefag først og fremmest i konkurrence med matematik højniveau og historie og i langt mindre grad med alle andre fag.

En anden belysning af fysikelevernes motiver til at vælge/fravælge fysik som skrivefag kan man få ved at sammenholde motiverne fra de tre grupper af elever: fysikelever der har valgt at skrive i fysik, fysikelever der ikke har valgt at skrive i fysik og matematikere generelt. Spørgsmålet til fysikskriverne lød: Hvorfor har du valgt at skrive i fysik? Til de to andre: Hvorfor ønsker du at skrive i det pågældende fag? (Alle eleverne kunne angive mere ét svar.)

Tabel 19.2 Motiver til valg af fag til større skriftlig opgave (Angivet i %)

	Fysikskrivere	Fysikelever	3.g-matematikere
Inspirerende lærer	26	34	33
God vejledning i faget	13	25	29
Let at finde gode emner	44	56	54
Viden bruges bredt	26	24	31
Bruges i videre uddannelse	9	12	18
Forstå verden	26	16	24
Selvstændigt arbejde	24	25	27
Eneste fag der tiltalte	17	14	15
Interesse for faget	63	59	65
Andre grunde	20	10	8

Kilde. PLS-rapport

De tre grupper ligner hinanden mht. til at interessefaktoren er den dominerende og i angivelsen af at det er let at finde gode emner. Inspirerende lærer kommer på tredjepladsen hos alle tre grupper, men en større del af de fysikelever der ikke skriver i fysik og matematikerne generelt, angiver det som et blandt flere motiver. De tre gruppers svar ligger på et ensartet niveau mht. 'Viden der kan bruges i en bredere sammenhæng' , 'Arbejde selvstændigt i faget' og 'Eneste fag der tiltalte'. De markante forskelle i elevernes svar omhandler forventninger om vejledningens kvalitet, brugbarheden i forhold til videregående uddannelse og 'andre grunde'. Alt i alt fremtræder fysikskriverne lidt mere forsigtige i deres forventninger jf. deres svar på inspirerende lærer, god vejledning, gode emner og bruges i videre uddannelse; derimod ligner fysikskriverne alle andre 3.g-elever ved at være meget interesserede i det valgte fag, at være tiltalt af den selvstændighed arbejdet med opgaven kræver, i at de forventer at få viden og kunnen der kan bruges bredt, og for en dels vedkommende at de ikke kunne forestille sig at skrive i et andet fag - end fysik.

20.9 Sammenfatning

Over en årrække har der været et fald i antallet af elever der skriver i fysik (jf. faldende antal elever på fysik højniveau), men den andel af højniveaueleverne der vælger at skrive større skriftlig opgave i fysik, er ret ensartet fra år til år, og det er fordelingen på drenge og piger også. Men der er markante forskelle mellem skolerne og på den enkelte skole både i andele og fra år til år.

De områder der skrives flest opgaver i, er mekanik evt. i kombination med noget andet, derefter følger astronomi, bølger, kernefysik, elektromagnetisme og atomfysik. På nogle skoler skriver eleverne inden for mange forskellige emner, på andre er viften af områder smallere.

Skolernes procedurer for information om opgaven er forankret i skolernes administration, men skoleledelserne indgår i forskellig grad i den direkte informering af eleverne. Nogle skoler har et skriftligt informationsmateriale om opgavens krav og evt. oplysninger om det enkelte fag. Herudover er det på alle skoler højniveaulærerne der informerer sit/sine hold om muligheder og udfordringer ved at skrive i netop dette fag. Her kan også indgå skriftlig information.

Vejledningsprocessen beskriver lærerne generelt meget ens. Den består af samtaler med eleven om området og dets problemstillinger, herunder de metoder også af eksperimentel art der skal/kan indgå i opgaven. Lærerne ser det som en lærerig proces der stiller store krav til elevens initiativ og selvstændighed, og som medfører både en faglig og personlig udvikling af eleven. Netop selvstændigheden er det af opgavens bedømmelseskriterier som kan volde problemer, og som lærerne især reflekterer over.

Opgavetitlerne, dvs. opgaveformuleringer til større skriftlig opgave, udformes meget forskelligt. Nogle indeholder tre-fire præcist formulerede sætninger som angiver de faglige krav med en tydelig progression. Andre formuleringer har ikke disse kvaliteter.

Elever der vælger at skrive i fysik, gør det især af interesse for faget, kan lide den måde man arbejder på i faget, og de synes det er nemt at finde gode emner at undersøge og skrive om. De højniveauelever der ikke ønsker at skrive i fysik, giver især udtryk for at det skyldes at de ikke føler sig sikre i fagets arbejdsmetoder. De vælger så enten at skrive i historie, dansk eller matematik. Sammenlignes elevers motiver for valg af skrivefag, er der både ligheder og forskelle mellem de elever der skriver i fysik, de der kunne skrive fysik og 3.g-matematikere generelt. Topscore hos alle er 'Interessen for faget' og 'Let at finde gode emner'. Den mest markante forskel ligger i svaret på spørgsmålet om 'God vejledning i faget'; det er et mindre afgørende motiv for valget af fag hos de der skriver i fysik, end for de elever der vælger at skrive i andre fag.

20.10 Konklusion

Det er evalueringsgruppens vurdering at både forberedelsen og udarbejdelsen af større skriftlig opgave i fysik er såvel fagligt som personligt meget udviklende for eleverne, og at den seriøse vejledning som fysiklærerne giver, er af afgørende betydning herfor.

Det er evalueringsgruppens opfattelse at det er naturligt at der både mellem skoler og år for år er forskel på hvor mange og hvor stor en andel af højniveaueleverne der vælger at skrive større skriftlig opgave i fysik på den enkelte skole. På den anden side kunne man forestille sig at mere varierede og først og fremmest en større brug af mere selvstændige arbejdsformer kunne bevirke at flere elever – af begge køn - fik lyst til at skrive i faget.

Det er evalueringsgruppens vurdering at kvaliteten af opgavetitlerne til større skriftlig opgave nogle steder trænger til et løft. Opgavetitlerne skal både være klare i formuleringen til de faglige krav og niveauerne i besvarelsen, men også give eleven rum til at vise sin selvstændighed. På nogle skolebesøg fremgik det at opgavetitler er noget der diskuteres i faggruppen, netop fordi der kan går flere år mellem at den enkelte lærer er vejleder; andre steder ser rektor opgavetitlerne igennem; begge dele vurderes som positivt.

De overvejelser omkring bedømmelseskriteriet selvstændighed som lærerne gør sig, og som er beskrevet tidligere i kapitlet, er positive fordi de viser at det dilemma der kan ligge, ja i reglen ligger i at være både vejleder og bedømmer, er noget man forholder sig eksplicit til. Det vigtige er som det fremgår af citatet fra en af lærerselvevalueringsrapporterne, at definere hvori selvstændigheden består på netop dette uddannelsesniveau. Heri ligger at det er evalueringsgruppens opfattelse at begrebet selvstændig er vigtigt at bibeholde som eksplicit udtrykt krav til opgaven.

Samlet set er det evalueringsgruppens opfattelse at opgavens krav om fagligt initiativ og selvstændighed giver elever der skriver i faget, nogle gode forudsætninger for videregående uddannelse ikke bare inden for fysik, men generelt. Vi opfatter derfor større skriftlig opgave som et væsentligt element i det almene gymnasiums studieforberedende sigte.

Del IV Fysik i skolen

- Del IV indeholder følgende kapitler:
  Skolefaget fysik
  Evaluering og medbestemmelse
  Fysiske og økonomiske ressourcer
  Fysiklæreres efteruddannelse
  Kvalitetssikring
  Problemer og visioner.

  Fælles for disse kapitler er at synsvinklen i højere grad end i evalueringens øvrige dele også forholder sig til at fysikfaget i det almene gymnasium indgår i og er relateret til en helhed eller en kontekst - eller rettere flere.

  Skolefaget fysik – en konstruktion
  Fysik er som alle andre skolefag en konstruktion; dets indhold og mål afspejler dét der anses som værdifuldt at lære elever på et bestemt tidspunkt og i en bestemt kontekst. Konteksten for fysikfaget er her det almene gymnasium, og fagets formelle rammer er Gymnasiebekendtgørelsen, herunder fagbekendtgørelsen for fysik. Men faget har også forskellige uformelle rammer uden for gymnasiet. Fx videnskabsfaget fysik som dels er det fag der undervises i på universiteterne, og dels fysikforskningen. Kapitlet indkredser hvilken forståelse lærere, elever og skoleledelser har af faget fysik i forhold til disse forskellige kontekster.

  Evaluering og medbestemmelse – forskelle i skolekulturer
  Medbestemmelse og evaluering er en integreret og uomgængelig del af nutidens institutioner. Af Gymnasiebekendtgørelsen fremgår at der er knyttet medbestemmelse og evaluering til undervisningen. Disse forhold indgår derfor i evalueringen af fysik i gymnasiet. At de er placeret her skyldes at analysen af dokumentationen viser at evaluering og medbestemmelse formodentlig bedre lader sig forstå i en skolemæssig ramme frem for som noget der alene er knyttet til undervisningen i det enkelte fag.

  Fysiske forhold og økonomiske ressourcer
  De fysiske forhold og økonomiske ressourcer er vigtige parametre set i forhold til undervisningens og uddannelsens kvalitet. Fysikfagets situation er meget forskellig fra skole til skole, hvilket må ses

i relation til de økonomiske ressourcer skoleejerne stiller til rådighed. Følgende former for forhold og ressourcer er undersøgt: lokaler, udstyr og andre undervisningsmidler.

Fysiklæreres efteruddannelse

Fysiklærerne er en veluddannet gruppe, men som alle andre i det moderne samfund er en stadig professionel videre- og efteruddannelse både nødvendig og ønskelig. Kapitlet indeholder bl.a. en dokumentation for fysiklæreres hidtidige efteruddannelse og ressourceforbruget hertil.

Kvalitetssikring

Kapitlet omhandler følgende aspekter ved kvalitetssikring: eksamensbestemmelserne, Undervisningsministeriets to initiativer, KUP og "Standarder og profiler", fagkonsulentinstitutionen og kvalitetssikringens yderste led, nemlig lærernes overordnede opfattelse af fagets bekendtgørelse.

Problemer og visioner

Slutkapitlet tegner de store linjer for fysikfaget i det almene gymnasium set med fysiklærernes, skoleledelsernes og elevernes øjne. Deres beskrivelser og vurderinger af fagets nuværende tilstand og ikke mindst dets udviklingsmuligheder og visioner forholder evalueringsgruppen sig til i sine afsluttende konklusioner hvor linjerne samtidig trækkes på langs gennem evalueringen.

21 Skolefaget fysik

Dette kapitel belyser - fra forskellige vinkler - fysik som skolefag. Fysik er som alle andre skolefag en konstruktion; dets indhold og mål afspejler dét der anses som værdifuldt at lære eleverne på et bestemt tidspunkt og i en bestemt kontekst. Konteksten for fysikfaget er i dette tilfælde gymnasiet, og fagets formelle rammer er Gymnasiebekendtgørelsen og herunder bekendtgørelsen for fysik. Men faget har også forskellige uformelle rammer uden for gymnasiet. Fx videnskabsfaget fysik som dels er det fag der undervises i på universiteterne, og dels er fysikforskningen. En anden ramme kunne være den anvendelse og forskning i anvendelse der foregår i erhvervslivet. Kapitlet indkredser hvilken forståelse både lærere, elever og skoleledelser har af faget fysik i forhold til disse forskellige rammer.

- Kapitlet indeholder:
  Lærernes beskrivelse af forholdet mellem undervisningen og fagets identitet og formål
  Læreres og skoleledelsers opfattelse af fysik som almendannelse
  Læreropfattelser af forholdet mellem skolefag og videnskabsfag
  Fysikelevernes opfattelse af fysik som fag

21.1 Hvordan kommer fagets identitet og formål til udtryk?

Fysiklærerne er i spørgeguiden til selvevalueringen blevet spurgt om hvordan fagets identitet og formål som det er beskrevet i bekendtgørelsen, konkret kommer til udtryk i undervisningen. Seks af selvevalueringsrapporterne har forholdt sig til spørgsmålet.

End del af disse fremhæver den naturvidenskabelige metode som det væsentligste element i forhold til at udtrykke fagets identitet og formål i undervisningen. Ellers fremhæver rapporterne forskellige træk som

- at behandle temaer fra dagligdagen og teknologiske anvendelser af hvor fysik står centralt
- det reduktionistiske princip og fagets stræben mod en enhedsopfattelse af universet
- varierede undervisningsformer

Én af selvevalueringsrapporterne er inde på at fysikfaget er en kompleks størrelse, og at det både viser sig om en stor styrke og som en svaghed i undervisningen:

"Når forskellige emner tages op i fysikundervisningen, er det meget afgørende for at opnå succes, dvs. eleverne kommer til nye erkendelser, at vekselvirkningen mellem teori og praksis kommer meget frem i dagens lys. Eleverne har dels vidt forskellige indgangsvinkler til fysik (teoretisk og eksperimentelt), dels vidt forskellige indgangstærskler (abstraktionsniveau). Når der spilles på alle fagets tangenter, er der størst chance for at flest muligt får ny indsigt og når til nye erkendelser. Hertil kommer at det er nødvendigt at se fysik anvendt i mange forskellige sammenhænge både teknologisk og samfundsmæssigt, og ikke kun indenfor fysikfagets egne rammer. Alle disse ting giver fysik utroligt mange muligheder at bevæge sig rundt i, dvs. mange muligheder for at udvikle kreativitet og nysgerrighed, men samtidig kan det også virke overvældende og uoverskueligt. Det er fysiks charme og dilemma i en nøddeskal. Disse ting er gældende for både obligatorisk og højt niveau".

21.2 Overensstemmelse?

I spørgeguiden er lærerne blevet bedt om at vurdere om der er overensstemmelse mellem fagets identitet og formål og undervisningen. Det spørgsmål har ti selvevalueringsrapporter forholdt sig til.

I visse tilfælde er der et meget stort spænd mellem lærernes vurdering af om det kan lade sig gøre at indfri bekendtgørelsen mål. Et eksempel på to meget forskellige vurderinger følger nedenfor: Den ene lyder: "Fysik på obligatorisk er et godt fag fordi de to år giver god mulighed for langsomt og grundigt at komme i gennem pensum og derudover at fremhæve fagets identitet". Og den anden: "Fagets formål er alt for ambitiøst i forhold til det beskedne timetal på obligatorisk niveau".

Hovedparten af lærerne er dog positive i deres vurdering af sammenhængen mellem fagets identitet og formål og undervisningen. De udtrykker at der er "fin", "god" eller "en høj grad af" overensstemmelse.

Et par af rapporter udtrykker sig med lidt mere forbehold: "Bekendtgørelsen og undervisningsvejledningen er blevet mere fyldige og ordrige igennem årene, og denne tendens forventes at fortsætte, men konteksten for forståelse og fortolkning af disse er et uændret timetal. Dette forhold giver fortolkningsmæssige uenigheder i fysiklærergruppen om i hvilket omfang, vi i praksis er i stand til at opfylde intentionerne". Og: "det er vanskeligt for mange elever at jonglere

med fysikfagets mange bolde. Man kunne få en mere realistisk overensstemmelse, hvis omfanget af emner kunne reduceres".

Kun én af selvevalueringsrapporterne giver direkte udtryk for at det er svært at indfri bekendtgørelsens krav. Det gælder specifikt kravene om fysikkens sammenhæng med teknologi, kultur og samfundsudvikling og om projektarbejde.

Særligt om højt niveau
Der er en lidt større splittelse når lærerne skal vurdere det samme spørgsmål i forhold til højt niveau. Her deler rapporterne sig i to nogenlunde lige store grupper. Den ene gruppe mener at det er lige så let eller lettere at skabe overensstemmelse på højt niveau sammenlignet med obligatorisk. Rapporterne i den anden gruppe mener at det er sværere på højt niveau. Det gør de ud fra følgende:

- tidspresset på højt niveau levner ikke tid nok til at fremhæve identitet og formål
- det er et problem at en stor del af eleverne ikke har matematik på A-niveau
- det skriftlige pensum er for stort så alle dele af formål og identitet ikke får tid nok.

Forholdet til bekendtgørelsen – besøgssamtaler
På en del af besøgene var lærernes holdninger til bekendtgørelsen også en del af samtalen. Her var fokus ikke så meget hvordan den realiseres igennem undervisningen, men mere en vurdering af bekendtgørelsen som sådan. Der var en tendens til et ønske om færre emner - en tendens som ikke er slået igennem i selvevalueringsrapporterne. Hovedargumentet for en reduktion af emnerækken var større mulighed for at fordybe sig – i det faglige indhold i emnerne og i metoden. Andre argumenter:

- større frihed for lærere og elever til at vælge selv
- eleverne kan opleve faget som en ørkenvandring fordi der ikke er mulighed for at gå i dybden.
I enkelte samtaler var lærerne også inde på at eksamensopgivelserne ikke altid er et udtryk for hvad der rent faktisk foregår i undervisningen, som her: "I praksis er der ikke overensstemmelse mellem bekendtgørelsen og praksis. Forløbene/undervisningen foregår som de/den plejer og tilpasses så bekendtgørelsen til eksamen ved at de forskellige dækkes ind under de forskellige emner/temaer. Bekendtgørelsen afspejler ikke hvad der er god fysik. Tiden harmonerer ikke med bekendtgørelsens intentioner".

21.2.1 Fysik og almendannelse
Som et gymnasiefag er fysik underlagt de overordnede mål og delmål der er fastsat i Gymnasiebekendtgørelsens §1. I spørgeguiden er lærerne blevet bedt om vurdere hvordan

fysikfaget lever op til disse mål. Målet om studieforudsætninger er behandlet i andre kapitler, mens der her fokuseres på de almendannende mål. Ofte er der ikke en helt skarp grænse mellem det studieforberedende og det almendannende, men det er et snit der er valgt her.

Stort set alle selvevalueringsrapporterne fremhæver at naturvidenskab, og dermed fysik, er en naturlig del af moderne almendannelse. Og hvordan det nærmere kommer til udtryk præciseres via de fire delmål i Gymnasiebekendtgørelsen der fastslår at undervisningen skal

1) **fremme elevernes lyst og evne til at deltage i den demokratiske debat og engagere sig i forhold af betydning for demokratiet**: Her peger fysiklærerne på det forhold at eleverne lærer at forholde sig til naturvidenskabelige problemstillinger, og at de dermed kan vurdere fx ekspertudsagn i den aktuelle debat,
2) **fremme elevernes forståelse af ligheder og forskelle mellem deres egen forestillingsverden og den verden, de møder i undervisningen**: Det er et punkt som lærerne lægger meget vægt på idet de oplever at netop den beskrivelse og forklaring af verden der foregår i fysikundervisningen, ofte ligger meget langt fra elevernes hverdagsforestillinger.
3) **fremme elevernes ansvarlighed, selvstændighed, kreativitet og samarbejdsevne, samtidig med at elevernes beredskab til at håndtere forandringer styrkes:** Her er det især det eksperimentelle arbejde der fremhæves som en aktivitet der fremmer ovenstående mål. Samtidig peger lærerne på de analytiske færdigheder der opøves gennem undervisningen, som et godt redskab til at kunne håndtere forskellige problemstillinger og dermed også at kunne håndtere forandring.
4) **inddrage aspekter, der styrker elevernes internationale forståelse og bidrager til at øge elevernes miljøbevidsthed**: Mange fysiklærere peger på at fysik er et internationalt fag, og at man fx bruger de samme begreber og det samme "sprog" på tværs af landegrænser. Forskning og forskningsresultater er også ofte noget der foregår på internationalt niveau. Miljøforståelse ser mange lærere også som et aspekt man ikke kan undgå at berøre i fysikundervisningen.

21.2.2 Fysik som videnskabsfag og som skolefag

Dokumentationen til dette afsnit består primært af lærernes selvevalueringsrapporter suppleret med samtalerne på en del af skolebesøgene. I spørgeguiden til selvevalueringen er lærerne blevet bedt om at forholde sig til spørgsmålet om hvilken relation der er mellem videnskabsfaget fysik og skolefaget fysik. I spørgsmålet lå et ønske om at synliggøre hvilke overvejelser lærerne gør sig over forholdet mellem det videnskabsfag de selv kender fra universitetet, og det undervisningsfag de

praktiserer i gymnasiet. Generelt har lærerne udtrykt en vis usikkerhed i forhold til hvad der ligger i begrebet "videnskabsfaget".

I ca. halvdelen af selvevalueringsrapporterne definerer lærerne videnskabsfaget som forskning. Her hæfter lærerne sig især ved at det er meget vanskeligt at inddrage ny fysikforskning fordi den foregår på et niveau der er for avanceret for gymnasiet. I en enkelt selvevalueringsrapport udtrykker lærerne ønske om at kunne inddrage nye emner, men der er bred enighed om at det væsentligste er den naturvidenskabelige metode som skolefaget fysik sagtens kan demonstrere og lære eleverne. De øvrige selvevalueringsrapporter fremhæver stort set alle sammen også metoden som det vigtigste aspekt, og som et aspekt det rent faktisk lykkes for fysikundervisningen i gymnasiet at formidle. "Frontfysik kan ikke inddrages på andet end journalistisk vis, men de videnskabelige metoder kan sagtens demonstreres og indlæres i gymnasiet. Forholdet er ikke problematisk". Af andre lighedspunkter end det metodiske peges der på aspekter som arbejdet med modellering og elevernes formidling.

To selvevalueringsrapporter fremhæver at der er helt principielle forskelle på videnskabsfaget og skolefaget. Den ene ud fra det forhold at måden man arbejder på, er grundlæggende forskellig:

"Specielt den videnskabelige eksperimentelle fysik er overvejende induktiv, mens skolefaget er deduktivt. Undervisningen er centreret omkring den klassiske fysik, og ikke omkring moderne fysik. Hvis sammenhængen skulle være større, kræver det en mere moderne bekendtgørelse. Kæmper med store hold der gør det umuligt at arbejde induktivt".

Den anden rapport fremhæver skolefaget som en konstruktion:

"Skolefaget er en konstruktion, som ikke udelukkende har relationer til videnskabsfaget. Skolefaget kan ændres løbende. Holdningen er nu: Hvor lidt af de videnskabelige begreber og teorier kan man nøjes med? Nu prioriteres fagets anvendelser og relationer i bred forstand. Det faglige niveau handler om bredde frem for dybde. Fysikfaget må sigte mod brede almene kompetencer. Videnskabsfagets tankegang og metode er stadig konstituerende for faget, fx det eksperimentelle arbejde og det reduktionistiske princip".

I andre rapporter peges der netop også på at skolefaget har en almendannende forpligtelse, at der arbejdes mere i bredden end i dybden, og at man er nødt til at simplificere modeller og dermed mister detaljer og præcision. Til gengæld fremhæves det et enkelt sted at skolefaget er bedre til at formidle anvendelser af fysik.

Det generelle udsagn er at der er god overensstemmelse mellem videnskabsfag og skolefag, og at forholdet ikke opleves som problematisk.

21.2.3 Hvad er fysik? – Elevopfattelser

Hvilke forestillinger gør eleverne sig om hvad fysikfaget er for en størrelse? Særligt i den første fortælling i selvevalueringsrapporterne gør elevernes sig nogle mere overordnede overvejelser omkring fysik som en bestemt måde at se på omverdenen på. Dette afsnit belyser de tanker eleverne gør sig om fysik som fag. Dokumentationen til afsnittet består af selvevalueringsrapporterne, besøgssamtaler og i mindre grad af spørgeskemaundersøgelsen.

Fysik som videnskab

I spørgeskemaundersøgelsen er eleverne blevet spurgt om deres opfattelse af i hvor høj grad fysikken 1) udgør en vigtig del af grundlaget for teknologisk og samfundsmæssig udvikling, 2) har betydning for verdens udvikling og 3) har stor betydning for vor erkendelsesmæssige og filosofiske tænkning:

Tabel 20.1 Fysiks rolle (Angivet i %)

		I høj grad	I en vis grad	I begrænset grad	Slet ikke	Ved ikke
1)	1.g og 2.g	47	41	8	1	4
	3.g	71	25	3	0	1
2)	1.g og 2.g	51	39	7	1	2
	3.g	59	35	6	0	0
3)	1.g og 2.g	25	35	26	7	7
	3.g	38	35	22	3	3

Kilde: PLS-rapport

Blandt 1. og 2.g'erne er der størst tilslutning til fysik har betydning for verdens udvikling, og lige umiddelbart derefter til at fysik udgør en vigtig del af grundlaget for teknologisk og samfundsmæssig udvikling. Mindst tilslutning er der til at fysik har betydning for vores erkendelsesmæssige og filosofiske tænkning. I 3.g er der generelt større tilslutning til alle de nævnte udsagn. Den største stigning sker i forhold til udsagnet om at fysik udgør en vigtig del af grundlaget for teknologisk og samfundsmæssig udvikling. Næsten alle 3.g-elever mener at det i høj eller nogen grad er tilfældet. Den næsthøjeste stigning angår udsagnet om at fysik har betydning for vores erkendelsesmæssige og filosofiske tænkning. Men samlet er det stadig dette udsagn som færrest 3.g'ere erklærer sig enige i.

Solens stråler i en vanddråbe
Mange af elevernes selvevalueringsrapporter indledes med en beskrivelse af hvordan de mere overordnet ser fysikfaget. I én af rapporterne udtrykker eleverne sig i meget poetiske vendinger:

"Man får et nyt billede af naturen, som man ikke før har kunnet forestille sig eksisterede. Når man eksempelvis går en tur i parken, opdager man, at der er en sammenhæng mellem, ja, faktisk alting; solens stråler der bliver brudt i en vanddråbe; ringe i vandet, der spredes efter bestemte mønstre og et ahornfrø, som falder til jorden som en helikopter. Alt dette kan forstås gennem fysikken".

Ikke alle udtrykker sig lige så poetisk, men indholdet i citatet er meget karakteristisk for elevernes måde at opfatte fysik som fag på. Nøgleordene er naturen, sammenhænge og forståelse når eleverne fortæller den positive fortælling om fysikken som faglig tilgang til omverdenen. Mange elever er også inde på at fysik omfatter stort set alt fra det mindste til det største; fra "det mikroskopiske plan med atomets opbygning og egenskaber til det makroskopiske plan med himmellegemerne og deres indbyrdes påvirkning". Eleverne lægger vægt på at de gennem dette får en meget bedre forståelse af forskellige fænomener i deres hverdag; de kan pludselig se de bagvedliggende sammenhænge. Nogle af eleverne eksemplificerer det sådan: "Hvorfor bliver det nat og dag? Hvorfor og hvordan sker fordampning? Tyngdekraftens betydning og størrelse. Hvorfor klingen bliver varm, når man saver".

Sammenhæng mellem teori og praksis
En del elever er i deres selvevalueringsrapporter også inde på at fysik er et fag hvor teori og praksis hænger sammen. Eleverne henviser dels til at teorierne forklarer fænomener som de møder og kan iagttage i deres dagligdag. "Fysik binder i mange tilfælde teorien sammen med virkelighedens verden". Men de henviser også til at dobbeltheden af teori og praksis er indbygget i faget fordi man både beskæftiger sig med teori og med eksperimenter.

21.3 Sammenfatning

Der er generelt blandt fysiklærerne tilfredshed med fagets identitet og formål og hos mange også en opfattelse af at fagbilaget ikke er en spændtrøje. Alligevel fremkommer der på forskellige måder ønsker fra lærerne om flere frihedsgrader, færre emner, flere muligheder for fordybelse osv. Lærerne tilkendegiver ligeledes på forskellige måder at det kniber med inddragelsen af den nye fysik, forskningsaspekter mv. Eleverne er optaget af fysik som et erkendelsesfag der giver sammenhæng i stort som småt og forståelser af forskellige fænomener i deres hverdag. Eleverne er ikke teorifjendske, men der skal være en mere synlig sammenhæng mellem teori, praksis og hverdagsliv. I forhold til skolefagets identitet og formål fremhæver lærerne fysikkens

reduktionistiske princip, relationerne til dagligdagen og de teknologiske anvendelser og de varierede arbejdsformer.

21.4 Konklusion og anbefalinger

Bekendtgørelsen i fysik repræsenter en bestemt læseplanstradition. Den siger fx intet eller meget lidt om hvor meget og hvor lidt de enkelte emner skal fylde, hvilken fordybelsesgrad der skal være osv. Bekendtgørelsen tolkes ganske enkelt ind i en bestemt tradition som er forankret i eksamen, lærebogsmateriale, typiske eksperimenter, lærernes faglige uddannelse osv. En mere ordrig bekendtgørelse vil nemt blive tolket som mere omfattende krav. Det kunne i hvert fald nogle af lærerudtalelserne tyde på.

Evalueringsgruppen ser principielt ikke bekendtgørelsen som en spændetrøje hvis det vel at mærke fortolkes i den ånd som det formodes at være skrevet i. Men realiteterne er at det af mange fysiklærere opfattes som voldsomt bindende og omfattende - i hvert fald hvad angår omfanget af og den forventede fordybelse i kernestoffet og det eksperimentelle arbejde. Der udtrykkes tilsyneladende ikke helt den samme bekymring for bindingerne i forhold til perspektiver og formidling. Det bindende og omfattende kommer sædvanligvis til udtryk i bekymringer med at nå stoffet, og det bruges igen og igen som begrundelse for at perspektiver, formidling, tema- og projektarbejde, gruppearbejde osv. ikke helt har den plads det burde have. Det betyder at eleverne kan få en unødigt snæver forestilling om hvad fysikfaget er for en størrelse. Fx finder vi det bekymrende at så forholdsvis lille en del af eleverne har en fornemmelse for fysiks betydning for erkendelsesmæssig og filosofisk tænkning.

Anbefaling
Evalueringsgruppen anbefaler på kort sigt ministeriet (fagkonsulenten) at udrede intentionerne bag bekendtgørelsen med henblik på de tolkningsmuligheder og frihedsgrader der ligger i det for den enkelte lærer. Det anbefales endvidere at bekendtgørelsen på lidt længere sigt moderniseres så de ønskede kundskaber og færdigheder bliver præciseret og uddybet og hertil gerne eksemplificeret i en fyldig og inspirerende undervisningsvejledning. Mere præcise beskrivelser af kundskaber og færdigheder/faglige forventninger/faglige kompetencer kunne kobles sammen med større frihedsgrader i forhold til valg af og fordybelse i det der i dag betegnes som "kernestof".

22 Evaluering og medbestemmelse

Medbestemmelse og evaluering er en integreret og uomgængelig del af nutidens institutioner. Af Gymnasiebekendtgørelsen fremgår at der er knyttet medbestemmelse og evaluering til undervisningen. Disse forhold indgår derfor i evalueringen af fysik i gymnasiet.

Karaktergivning udgør en væsentlig og traditionel form for evaluering i det almene gymnasium. Der gives standspunktskarakter to gange årligt og årskarakterer ved skoleårets slutning. På karakterbladet er der plads til at læreren kan skrive et kort vidnesbyrd om elevens anlæg for og arbejde med faget. Hertil kommer karakterer ved terminsprøver, årsprøver og ved studentereksamens enkelte prøver. Mange lærere giver desuden karakterer løbende i forbindelse med bedømmelsen af skriftlige afleveringsopgaver, og elevernes standpunkt drøftes på lærerforsamlingsmøder. Gymnasiets regelsæt gør at skolerne i mange henseender opfører sig ens, men ikke desto mindre er der forskellige praksisformer knyttet til karaktergivningen. Fx har nogle skoler/lærere en ret fast praksis for at tale med eleverne om karaktererne enten før, men oftest efter de er givet; andre skoler/lærere gør det ikke.

Iflg. Gymnasiebekendtgørelsens § 7 stk. 2 skal eleverne inddrages i planlægningen:
"Ved begyndelsen af undervisningen i det pågældende fag skal læreren sammen med eleverne udarbejde en plan for arbejdet eller gøre eleverne bekendt med en sådan plan. For senere faser i undervisningen gælder at læreren og eleverne i fællesskab planlægger arbejdet og regelmæssigt drøfter undervisningen".

Gymnasiebekendtgørelsens § 19 siger at undervisningen skal evalueres løbende "så elever og lærere informeres om udbyttet af undervisningen". Kriterierne for og formålet med den løbende evaluering fremgår af bekendtgørelsens bilag 36:

"Evalueringen af eleverne sker ud fra de mål, der er opstillet for undervisningen i faget, og de bedømmelseskriterier, der er ved eksamen. Jf. fagbilagene for de enkelte fag".
" Formålet med den løbende evaluering er at give elever og lærere et erfaringsgrundlag, der kan benyttes i den videre tilrettelæggelse af undervisningen. Den enkelte lærer får herigennem mulighed for at justere undervisningens progression og niveau i relation til elevernes faglige

formåen. Evalueringen skal desuden danne grundlag for en detaljeret vejledning af den enkelte elev med hensyn til både den faglige udvikling og arbejdsmetoder. Evalueringsformen fastlægges af elever og lærere i fællesskab og tilpasses undervisningens form og indhold. Læreren følger udviklingen i såvel den enkelte elevs som hele holdets udbytte af undervisningen. Med passende mellemrum drøftes dette kollektivt og individuelt med eleverne. Hele undervisningsforløb evalueres jævnligt fx ved tests, særlige opgaver/rapporter eller samtaler".

Det klareste mål drejer sig om evaluering som grundlag for vejledning af den enkelte elev jf. karaktergivning, mens omfang, metoder og opfølgning omtales i mere runde vendinger. Fokus for den løbende evaluering er udbyttet af undervisningen, ikke undervisningen som sådan.

Medbestemmelse og evaluering af undervisningen optræder første gang i starten af 1970erne på gymnasier præget af forsøgs- og udviklingsarbejde.[43] Godt hjulpet af tidsånden breder ideerne sig til HF og resten af gymnasieskolen. Fra midten af 1990erne har medbestemmelse og evaluering haft en vis politisk bevågenhed både på lokalt og centralt niveau; medbestemmelse og evaluering opfattes som et led i den almendannelse der vedrører udviklingen af unges selvstændighed, deres kompetence til at træffe kvalificerede valg og deres lyst og muligheder for at udvikle sig til borgere i et demokratisk samfund.[44]

Afslutningsvis skal det bemærkes at begreber som medbestemmelse/elevmedbestemmelse ikke optræder i reglerne vedr. elevers inddragelse i planlægningen og de forskellige former for løbende evaluering. Medbestemmelse bruges som samlebetegnelse for udtryk som drøftelse&samarbejde mellem lærer og elever, inddrage elever o.l.

Dokumentationen
Selvevalueringsrapporterne fra fysiklærerne og skoleledelserne indeholder beskrivelser, begrundelser og vurderinger af elevers inddragelse i planlægningen, medbestemmelse og evaluering af undervisningen. I spørgeskemaundersøgelserne er der spurgt ind til disse problemstillinger, og de hører til de gennemgående temaer i elevernes selvevalueringsrapporter. Derudover er evaluering og medbestemmelse drøftet på de fleste skolebesøg; sjældent som et selvstændigt punkt, men som et led i samtaler om undervisningens tilrettelæggelse mv. Dokumentationen må derfor betegnes som solid.

[43] Avedøre Statsskole havde demokratiforsøg, og på Det frie Gymnasium gennemførte man to gange årligt elev- og lærerbedømmelser udfra et fast punktopdelt skema.
[44] Det er indgået i undervisningsministerens taler, det er behandlet på et Sorø-møde, det indgår i Programmet for udvikling af ungdomsuddannelserne; lokalt fx i Københavns Kommune har det været indsatsområde gennem flere år. En del skoler har det som særligt indsatsområde.

- Kapitlet har følgende indhold:
  Evaluering og medbestemmelse - set med elevøjne
  Evaluering og medbestemmelse – set med lærerøjne
  Evaluering og medbestemmelse – set med skoleledelsers øjne
  Skolernes praksis – fagets praksis
  Af konklusionen fremgår evalueringsgruppens vurderinger, og kapitlet afsluttes med en anbefaling.

22.1 Evaluering og medbestemmelse – set med elevøjne

Det fremgår af spørgeskemaundersøgelserne at 3.g'ere i højere grad inddrages i planlægningen af undervisningen end 1. og 2.g'erne. Det viser sig både i at flere 3.g'ere svarer 'i et vist omfang', og i at halvt så mange af dem som af 1. og 2.g'erne svarer at de 'slet ikke' inddrages i planlægningen.

Tabel 21.1 Inddragelse af elever i planlægningen af undervisningen[45] (Angivet i %)

	I stort omfang	I et vist omfang	I begrænset grad	Slet ikke	Ved ikke
1. og 2.g	2	15	36	42	4
3.g/højniveau	5	36	39	20	1

Kilde: PLS-rapport

I de åbne tekstsvar fortæller de 1. og 2.g-elever der inddrages i planlægningen, at det sker ved at de er med til at vælge temaer eller emner til den daglige undervisning eller projekter, mens færre angiver at de har indflydelse på undervisningens tilrettelæggelse. 3.g-højniveaueleverne giver udtryk for en vis tilfredshed på dette punkt idet godt halvdelen (54%) af dem svarer at det sker i passende omfang, mens noget under halvdelen (41%) synes at det sker i for begrænset omfang. I fokusgruppeinterview og de åbne tekstsvar giver højniveauelever udtryk for at det måske er vanskeligt at ændre på rækkefølgen af emner, men at de kunne have mere indflydelse på undervisningsformen, samt at deres interesse for faget nok ville stige hvis de fik større indflydelse på undervisningen, bl.a. ved at arbejde med emner der interesserer dem. Samtidig giver nogle elever på alle klassetrin udtryk for at det er vanskeligt for læreren at inddrage eleverne i højere grad fordi pensum er stramt, tempoet højt, og fordi de ikke kender så meget til fysik.

Halvdelen af 1.g'erne og knap en tredjedel af eleverne i 2. og 3.g svarer at de ikke har oplevet nogen form for evaluering i fysik.[46] Dvs. at jo længere tid eleverne har faget jo større

[45] Statistik i dette afsnit er Undersøgelse af 1. og 2.g elever s. 57-62 og Undersøgelse af 3.g elever s.42-50, PLS 2001

sandsynlighed er der for at de har deltaget i en eller anden form for evaluering. Hvilke evalueringsformer bruges i fysik? (Bemærkning: Den enkelte elev har kunnet angive flere svar.)

Tabel 21.2 Evalueringsformer i fysikundervisningen (Angivet i %)

	1.g og 2.g	3.g/højniveau
Spørgeskemaundersøgelser	24	36
Planlagte samtaler om undervisningen	14	18
Spontane, ikke planlagte samtaler om undervisning	19	33
Individuelle samtaler lærer-elev	15	22
Andre former for evaluering	6	4

Kilde: PLS-rapport

3.g-elevernes svar viser at de har flest evalueringserfaringer, men også at evalueringsmønstret er ret ens på alle klassetrin: spørgeskemaer benyttes mest, efterfulgt af spontane, ikke planlagte samtaler, dernæst individuelle samtaler og planlagte samtaler om undervisningen i klassen. Som nævnt siger bilag 36 at evaluering kan danne grundlag for at justere undervisningen. Sker det iflg. eleverne?

Tabel 21.3 Evalueringens konsekvenser for den efterfølgende undervisning (Angivet i %)

	1.g og 2.g	3.g/højniveau
Ja	19	33
Nej	41	35
Ved ikke	40	31

Kilde: PLS-rapport

Svaret er ikke ganske entydigt, men generelt har elever på obligatorisk niveau i betydelig mindre grad end højniveauelever oplevet at evalueringer har haft betydning for den efterfølgende undervisning.[47] Forhold der har betydning for denne svarfordeling er graden af den kritik som evalueringerne viser, og det kritikken er rettet imod:

[46] *1.g'ernes svar kan ses i lyset af at undersøgelsen blev gennemført i nov. 2000 dvs. 3 mdr. inde 1.g.*

[47] *Som i den øvrige del af brugerundersøgelsen af 1. og 2.g'erne, er det især 1.g'ere der svarer Ved ikke.*

Tabel 21.4 Evalueringens indhold af kritik af fysikundervisningen (Angivet i %)

	I høj grad	I nogen grad	I begrænset grad	Slet ikke	Ved ikke
1.g og 2.g	9	24	33	18	17
3.g/højniveau	3	27	39	17	15

Kilde: PLS-rapport

Kritikniveauet må alt i alt betegnes som moderat når over halvdelen af eleverne giver udtryk for at der i begrænset grad eller slet ikke er blevet udtrykt kritik af undervisningen. De åbne tekstsvar og fokusgruppeinterviewene viser følgende: "Kritikken retter sig især mod den enkelte lærer som person og i forhold til hvordan læreren formidler stoffet og strukturerer undervisningen, herunder at den går for hurtigt, at den er for kedelig, at der er for få eksperimenter, og at det er svært at huske så mange formler" (PLS-rapport om 1.g/2.g s. 59 og om 3.g s. 46).

De elever der svarer ja til at evalueringer har konsekvenser, er blevet bedt om at angive hvori disse består. Disse svar deler sig som følger: (Den enkelte elev kunne angive mere end et svar.)

Tabel 21.5 Evalueringers indflydelse på undervisningen (Angivet i %)

	1.g og 2.g	3.g/højniveau
Undervisningens tilrettelæggelse	75	63
Undervisningens indhold	48	43
Andet	9	18

Kilde: PLS-rapport

Det er tydeligt at elever der oplever at evalueringer har indflydelse på undervisningen, især synes at det har betydning for tilrettelæggelsen, herunder arbejdsformerne, og at elever i 1. og 2.g i højere grad giver udtryk herfor.

Både fordi der ikke tidligere er gennemført systematiske undersøgelser af den løbende evaluering i det almene gymnasium og for at få relativeret og perspektiveret fysikfagets evalueringspraksis, er eleverne blevet bedt om sammenligne fysik med gymnasiets andre fag på dette område.

Tabel 21.6. Omfanget af evaluering i fysik og i andre fag i gymnasiet (Angivet i %)

	Mindre end i andre fag	I samme omfang	Mere end i andre fag	Ved ikke
1. og 2.g	31	36	5	29
3.g/højniveau	21	54	11	15

Kilde: PLS-rapport

Samlet set viser svarene at der evalueres lidt mindre i fysik end i gymnasiets øvrige fag, og at en pæn del af eleverne især på obligatorisk niveau svarer 'ved ikke. Som i andre spørgsmål er det primært 1.g'er der svarer 'ved ikke'. Herudover gør der sig lidt specielle forhold gældende på to punkter: højniveauelever på gymnasier der deltager i forsøgsarbejde, angiver i lidt højere grad end andre at der evalueres mindre i fysik end i andre fag. Elever på skoler med en større andel af kvindelige fysiklærere og/eller som har en kvindelig fysiklærer mener i større omfang end andre at der evalueres i samme omfang eller mere i fysik end i andre fag.

Derudover er de elever der har deltaget i evalueringen, blevet bedt om tage stilling til følgende:

Tabel 21.7 Evalueres der på samme måde i fysik som i andre fag? (Angivet i %)

	1.g og 2.g	3.g/højniveau
Ja	54	69
Nej	46	31

Kilde: PLS-rapport

Samlet set viser svaret at hovedparten af eleverne mener at der evalueres på samme måde i fagene, det gælder især 3.g-eleverne som er dem der har de længste/fleste evalueringserfaringer. Eleverne giver i de åbne svar udtryk for at evaluering i højere grad er afhængig af den enkelte lærer end af faget. Mange elever svarer desuden at fysik ligner de andre fag ved at der slet ikke evalueres!

22.1.1 Sammenfatning

I ovenstående er der ikke inddraget dokumentation fra elevernes selvevalueringsrapporter. Imidlertid fremviser de det samme billede som spørgeskemaundersøgelserne hvorfor de inddrages i sammenfatningen. Begge datatyper viser at eleverne giver udtryk for at deres indflydelse på undervisningens indhold og form er begrænset, og at det vil styrke deres interesse og motivation hvis de blev inddraget mere, men også at det vanskeliggøres af pensum og fagets karakter. Det fremgår også at der er store forskelle i både graden og måderne der evalueres på; nogle elever oplever en vifte af evalueringsformer, andre oplever det slet ikke. Den mest anvendte evalueringsform er spørgeskemaer. Elevernes opfattelser af om evaluering har indflydelse på undervisningen er ikke helt entydig, idet ca. en fjerdedel svarer ja, mens resten svarer nej eller ved ikke. Det fremgår at evalueringer indeholder kritik af undervisningen i moderat grad, og at kritikken typisk går på læreren - som person, formidler og tilrettelægger af undervisningen. Begge datatyper viser også at hvis evalueringer har indflydelse på undervisningen, er det både på indholdet og især på tilrettelæggelsen. Sammenligningen med andre fag viser at der evalueres mindre eller det samme i fysik som i andre fag, og at der ikke er de store forskelle i fagenes måde

at evaluere på. Herunder anfører mange elever at evaluering i højere grad er afhængig af lærere end af fag, og at fysik ligner andre fag ved at der slet ikke evalueres.

22.2 Evaluering og medbestemmelse - set med lærerøjne

Det følgende citat indeholder hovedparten af de forhold som lærere beskriver i forbindelse med inddragelse af elever i planlægningen: "Ingen indflydelse på den overordnede planlægning af kernestofgennemgang. Mere på klasserumskultur og planlægningen fra gang til gang. Hertil lidt på temaer og meget på længerevarende eksperimentelle forløb og projekter. Praksis indenfor de eksperimentelle forløb er at læreren opstiller nogle rammer indenfor hvilke eleverne har stor valgfrihed. Rammerne er bestemt af det faglige niveau, eleverne befinder sig på, og apparatursamlingen. Et eksempel på den enkelte times indflydelse: Elevspørgsmål til lektien ved en times begyndelse. Ofte vil disse forme timen. Modsat har eleverne meget lidt indflydelse på timer hvor læreren skal nå noget stof med henblik på planlagt opgavesæt og eksperiment".

Dokumentationen viser at lærerne synes at det er lettere at inddrage eleverne i den del af undervisningsplanlægningen som vedrører arbejdsformerne. Enkelte giver udtryk for at dette sker som et led i den samlede årsplanlægning af en klasses undervisning, men det almindeligste er at det sker løbende. Nogle fysiklærere forklarer at der er tale om en udvikling eller progression i elevinddragelsen: "På dette område har eleverne i starten ikke den store indflydelse, men gradvist tages de med i overvejelserne om, hvordan et nyt emne skal angribes…. I 2. og 3.g inddrages eleverne naturligvis mere og mere, og enkelte gange kan de ligefrem være med i selve arbejdet med at udføre planerne, som er lagt i timerne. Det kan fx være, når der i 3.g arrangeres besøg på naturvidenskabelige institutioner".

Dokumentationen viser at lærerne har forskellig opfattelse af i hvilken grad og hvordan elever kan og skal inddrages i planlægningen, samt at inddragelsen ofte sker mere implicit, dvs. at læreren medtænker elevernes faglige forudsætninger mv. i sin planlægning:

"Generelt er det vores indtryk, at elever ikke er ivrige for at øve indflydelse på undervisningen. Når bare den er afvekslende, aktiviserende, spændende og ikke for svær, overlader de såmænd gerne beslutningerne til den lærer, hvis overblik de har tiltro til".
" Det ville dog være dejligt at kunne efterkomme elevønsker i større målestok, men der er erfaring for især under PPU, at lærerideer under brainstormfasen er de bedste, og at det derfor oftest er dem der udvælges til projekt. Heller ikke dette er unaturligt. Det er altså svært at give eleverne ejerskabet af projekterne".
" Læserne kan få den opfattelse, at eleverne ikke i tilstrækkelig grad inddrages i planlægningen. Man skal her huske, at der snakkes med og lyttes til eleverne, hver gang vi ser dem. Vi laver

opgaver og noter, der passer til netop klassens niveau. Vi navigerer og tilpasser hele tiden, men processen er svær at beskrive. Husk også på, at der ligger en fagbeskrivelse og ikke mindst en lang tradition inden for fysikfaget. Set i forhold til traditionen er vi nået langt på de fleste områder, måske også på elevindflydelsen".

Med hensyn til evalueringsformer viser dokumentationen at der anvendes en vifte af muligheder i faget såsom test til afdækning af den enkelte elevs forståelse af gennemgået stof, spørgeskemaundersøgelser og elevers og læreres fælles drøftelse af undervisningen i fx et systematisk forløb eller et 10-timers projekt.

De mest udbredte former for evaluering er mundtlige og skriftlige prøver, test og overhøringer samt samtaler med den enkelte elev i forbindelse med karaktergivning. Fysiklærerne på over halvdelen af skolerne giver udtryk for at der herudover ikke finder nogen formel eller systematisk evaluering sted, men at der foregår en løbende diskussion af undervisningen, 'den daglige evaluering'.

Nogle skolers lærere beskriver en bredere vifte; evaluering foregår mere formaliseret og systematisk, og der evalueres forskelligt over tid:
" Evaluering af elevernes faglige udbytte sker løbende ved dialogen i klasseundervisningen, ved vejledning i forbindelse med gruppearbejde og eksperimenter samt ved omlagt skriftligt arbejde og lektieværksted endvidere ved skriftligt arbejde (opgaver og rapporter, og undertiden skriftlige prøver). Der er to mål med elevevalueringen, dels at evaluere den enkelte elevs standpunkt, dels at evaluere klassen som helhed og dermed undervisningens niveau og form. Evaluering af undervisningen foretages også en gang om året skriftligt ved spørgeskemaer/kommentarer (givet anonymt), som efterfølgende diskuteres med klassen….Ved årsprøveprojekterne foregår der både en procesevaluering og en produktevaluering. Indenfor faget bidrager valg af projektarbejder og emner til øget elevmedbestemmelse".
" 1.g fx spørgeskemaer, senere mere åbent fx skriv "tre gode og tre dårlige ting ved at have fysik" eller ved mundtlig evaluering, hvor eleverne får lejlighed til at ytre sig".

Lærere giver på tværs af skoler og måder at evaluere på udtryk for at hensigten med evalueringer er at justere det faglige niveau og arbejdsformerne samt at øge og få et præcist indtryk af klassens og den enkelte elevs udbytte af undervisningen. En viden som så kan danne grundlag for karaktergivning og de statussamtaler/konsultationer som ofte gennemføres i forbindelse hermed. Derudover er der generel enighed om at den medbestemmelse evaluering kan indeholde "ikke har nogen nævneværdige konsekvenser for indholdet af undervisningen, men naturligvis for valg af undervisningsform mm".

Lærerne anfører en række vanskelighederne ved at inddrage elever i planlægningen og ved elevers medbestemmelse gennem evaluering: fagets bekendtgørelsen; der findes ikke umiddelbart egnet undervisningsstof til de forslag elever kommer med; eleverne har sjældent ideer om emner, eller deres forslag er ikke brugbare fx fordi "superstrenge, atombomber og ormhuller er jo ikke uden videre relevante i 1.g". Det er ikke alle elever der har glæde af det; der medgår kostbar undervisningstid; det kan være svært at sikre progressionen i undervisningen, og udstyret til eksperimentelt arbejde er utilstrækkeligt.

En del lærere giver tillige udtryk for at evaluering og elevers inddragelse i planlægningen har nogle positive konsekvenser for undervisningen, for læreren og for eleverne:

"Læreren kommer tættere på eleverne gennem disse diskussioner, eleverne bliver mere forpligtede". "Større ansvarlighed og tilfredshed hos eleverne". Herudover anføres det at valgmuligheder synes at have en positiv effekt på elevernes indlæring bl.a. fordi deres motivation for faget og undervisningen vokser. Nogle nævner konkrete konsekvenser såsom at evaluering førte til en mere differentieret undervisningen, herunder at klassen i en periode arbejdede i to halvdele.

22.2.1 Sammenfatning

Iflg. lærerne har elevinddragelsen i planlægningen og evaluering af undervisningen en vis, men begrænset indflydelse på undervisningens faglige indhold, idet elever normalt har indflydelse på valg og planlægning af projekter og eksperimentelle forløb, mens planlægning og udvælgelse af kernestof primært foretages af læreren. Elevers medbestemmelse på arbejdsformer beskrives som større idet lærer og klasse jævnligt og ikke mindst i forbindelse med eksperimentelle forløb og projekter drøfter mulige arbejdsformer; derudover har nogle lærere og elever en overordnet drøftelse af arbejdsformer ved skoleårets start. Elevinddragelse- og medbestemmelse kan være eksplicit eller implicit. Lærerne giver udtryk for at hensigten med elevinddragelse-og medbestemmelse er at tilpasse og øge udbyttet af undervisningen både for den enkelte elev og for klassen/holdet, men også at det vanskeliggøres bl.a. af elevernes forudsætninger og de faglige krav. En del angiver også det positive heri, fx at elevers ansvar for undervisningen og motivation for faget stiger.

Dokumentationen viser at både måderne og graden af elevinddragelse og evaluering er forskellig fra skole til skole, men også fra lærer til lærer dvs. at der ikke er en fælles praksis i faget, måske lige bortset fra test og prøver som stort set alle benytter. Den viser i øvrigt at lærere der primært bruger faglige test, har statussamtaler som primær evalueringsform, mens lærere der benytter en bredere vifte af evalueringsformer, tillige vægtlægger drøftelser i klassen og andre kollektive aspekter.

Sammenholdes dokumentationen om læreres og elevers opfattelser af evaluering og elevers inddragelse i planlægning er der en pæn grad af overensstemmelse: Medbestemmelsen viser sig især mht. arbejdsformer; den udvikler sig over tid sådan at elever inddrages mere jo længere de har faget; der er forskelle i graden af medbestemmelse og måderne det praktiseres på, men samlet set opfatter både lærere og elever medbestemmelsen som ret begrænset. Her skiller vandene sig til dels – idet mange lærere giver udtryk for at det næppe kan være anderledes pga. bekendtgørelsen, elevernes forudsætninger mv., mens mange elever og en del lærere giver udtryk for at en større medbestemmelse ville styrke faget og elevernes interesse herfor, om end de også ser vanskelighederne heri og har de samme forslag om ændringer i fagets bekendtgørelse.

22.3 Evaluering og medbestemmelse – skoleledelsers syn

Skoleledelserne er blevet bedt om at forholde sig til forskellige aspekter ved elevmedbestemmelse og evaluering fordi de måder evaluering og medbestemmelse opfattes og praktiseres på, må ses i forhold til den helhed faget indgår i, nemlig skolen.

Det er karakteristisk at skoler der beskriver deres praksis nærmere, inddrager mange andre aspekter end undervisningen når de forholder sig til medbestemmelse og evaluering. Fx elevråd, undersøgelser af hvordan det er gået skolens elever efter studentereksamen, timeregistrering og fravær. Det er tillige karakteristisk at skolerne giver udtryk for at fysik og fysiklærere evaluerer på lige fod med andre fags lærere. På lige fod dækker at de fleste skoler har nogle normer for evaluering, fx i form af at der evalueres på et bestemt tidspunkt af året, at det kan ske på forskellig vis typisk vha. et spørgeskema, at det skal være anonymt, og enkelte har en regel om at evaluering skal føre til en skriftlig tilbagemelding til eleverne. Skoleledelser giver generelt udtryk for at de ikke ønsker at kontrollere hvordan og i hvilket omfang der gennemføres løbende evaluering i fagene; de antager at det finder sted i rimeligt omfang, om end flere angiver at konsekvenserne ikke altid er de tilsigtede:

"Skolen har en regel om at der skal evalueres fire gange årligt, men "tilbagemeldinger synes at tyde på at der ikke altid evalueres på den vedtagne måde, og elever og lærere ikke altid formår at hæve evalueringen over en rent mekanisk tilbagemelding".
" Det vanskelige ved enhver evaluering ligger i den handlingsplan, der gerne skulle efterfølge en evaluering. Eleverne giver, i bedste fald, læreren nogle konstruktive råd om, hvordan undervisningen evt. kan blive endnu bedre; men problemet er, at en lærer ikke er forpligtet til at lave sin undervisning om. Eleverne kan ønske det, men næppe kræve det. Fysikfaget adskiller sig givetvis ikke fra skolens øvrige fag mht. evalueringspraksis og handlingsplaner".

De væsentligste kvalitetssikringsmekanismer synes at være at spørgsmålet jævnligt behandles i Pædagogisk Råd, ved lærerforsamlingsmøder, i lærerteams knyttet til den enkelte klasse, samt evt. information til eleverne og deres forældre. Nogle anfører at evaluering og medbestemmelse indgår i udviklingssamtaler med de enkelte lærerne og/eller faggruppen.

22.4 Skolernes praksis – fagets praksis

Skoleledelserne giver udtryk for at der ikke gør sig nogle særlige forhold gældende for fysik vedr. evaluering og medbestemmelse i fysik - der evalueres her som i skolens andre fag. Elevernes udsagn set under et uddyber dette billede idet det viser at der evalueres i samme omfang eller lidt mindre i fysik end i andre fag, og at et flertal mener at der evalueres på samme måde i fysik som i andre fag, mens et stort mindretal ikke mener det er tilfældet.

Skoleledelser, lærere og elever giver alle udtryk for at der er forskelle i læreres praksis desangående. Når dokumentationstyperne sammenholdes, fremtræder der imidlertid et mønster i forskelligheden, nemlig at forskelle i lærernes praksis med hensyn til medbestemmelse og evaluering afspejler forskelle i skolernes praksis.

Godt en tredjedel af skolerne fortæller at evaluering og medbestemmelse ikke er indgået i deres skolebaserede efteruddannelse eller på anden vis gjort til genstand for særlig opmærksomhed. Godt en tredjedel af skolerne har haft flere arrangementer, fx pædagogiske dage der har omhandlet elevmedbestemmelse generelt og/eller evaluering. Knap en tredjedel har arbejdet med medbestemmelse generelt og i undervisningen, herunder evaluering som et særligt indsatsområde, eller har på anden vis haft fokus herpå over en årrække. Det har haft betydning for skolernes praksis på flere måder. Set i forhold til fysikundervisningen ligger det interessante i at på skoler hvor der arbejdes fokuseret med området, inddrages elever mere i planlægningen, og der bruges en bredere vifte af evalueringsformer end der gør på andre skoler. Dvs. at lærernes praksis generelt bevæger sig inden for de rammer 'skolekulturen' på den enkelte skole sætter, hvilket ikke udelukker at der er individuelle forskelle mellem lærere sådan som skoleledelser, lærere og elever anfører.

Nogle lærere ytrer betænkelighed ved det tidsforbrug der medgår til evaluering. Dokumentationen giver ikke belæg for at antage at der er afgørende forskelle mellem 'medbestemmelses- og evalueringskulturerne' i så henseende. Derimod ser det ud til at en mere alsidig praksis gør at evalueringen i højere grad rettes mod undervisningen som sådan frem for at ytre sig som en kritik af læreren fordi eleverne får større forståelse for deres egen rolle i undervisningen.

22.5 Udviklingsmuligheder

Lærere og skoleledelser har også forholdt sig til mulighederne for at udvikle elevmedbestemmelse og evaluering. Nogle lærere giver udtryk for at der ikke er behov for yderligere udvikling af evalueringsformer, andre at fysik ikke kan bidrage med nye evalueringsmetoder, mens andre siger at fysik kan bidrage på lige fod med andre fag og i den forbindelse nævner at de p.t. søger om at gennemføre et evalueringsforsøg med inspiration fra "Udvikling af fysikundervisningen i det almene gymnasium" (Undervisningsministeriet/Uddannelsesstyrelsen 2000).

Skoleledelsernes udsagn falder i tre grupper: Nej, skolen har ingen planer om at gøre tingene anderledes eller tage dette udviklingsarbejde op; ja, skolen har evalueringspraksis og elevmedbestemmelsen som indsatsområde; måske vil skolen (videre)udvikle sin praksis på disse områder. Helt i tråd med deres øvrige udsagn giver skoleledelserne endvidere udtryk for at en (evt.) udvikling af området ikke vil være rettet mod et enkelt fag, men vil omhandle skolen som helhed og derfor også fysik. Nogle reflekterer over konkrete måder til at synliggøre evaluering, andre over de pædagogiske udfordringer der ligger heri:

"Skolen havde den samme erfaring, som vi har hørt om fra andre skoler, at der er uoverensstemmelse mellem lærernes melding om brug af løbende evaluering og elevernes melding om det samme. Skriftlig evaluering opfattes ens og registreres stort set ensartet af begge parter. Men mundtlig evaluering bliver tilsyneladende i en række tilfælde ikke registreret af eleverne. Det kan således erkendes, at det i sig selv kan være en fordel m.h.t. elevtilfredshed (og pænere tal i evalueringsskemaer) bevidst at synliggøre for eleverne, når der foregår en mundtlig evaluering af undervisningen".

"Hvis vi hos os skulle arbejde videre med evalueringspraksis, er det oplagt at forestille sig et fokus på, hvordan lærerne kunne imødekomme elevernes forslag til forandring bedst muligt, dvs. imødekomme og afprøve konstruktive forslag uden at blive mugne. Et sådant arbejde har ikke nogen specifik betydning for fysikfaget bortset fra naturligvis den dimension, at det må være en vigtig pædagogisk udfordring for enhver fysiklærer at gøre et svært fag lettere for eleverne. Hvis eleverne ønsker mere tålmodighed og bedre/flere forklaringer på svære sammenhænge, må det opfattes som et konstruktivt og frugtbart forslag, der kan være med til at gøre fysikfaget mere spiseligt, også for piger."

Samlet set viser dokumentationen at skoleledelserne i højere grad end lærerne har taget stilling til om og hvordan evaluering og medbestemmelse skal/bør udvikles i de kommende år. De omtalte forskelle i 'skolekultur' på området viser sig også her. Hvis skolen har fokus på området, har fysiklærerne også konkrete bud på den fremtidige udvikling og vice versa.

22.6 Konklusion og anbefalinger

Det er evalueringsgruppens opfattelse at evaluering og elevmedbestemmelse er vigtige faktorer i al undervisning og for udviklingen af uddannelser.[48]
De er vigtige for elevers oplevelse af og interesse for faget, og de er vigtige for udviklingen af elevers ansvarsfølelse og selvstændighed. Egenskaber som på sin side udgør et vigtigt led i deres forudsætninger for videregående uddannelse. Herudover er evaluering og medbestemmelse vigtige i forhold til den løbende udvikling af fagets indhold og arbejdsmåder. Og de er efter vores vurdering vigtige i forhold til at opfylde det almene gymnasiums almendannende og studieforberedende mål sådan som det kommer til udtryk i Gymnasiebekendtgørelsens §1 punkterne 1-3; mål gælder både for skolen som helhed, for undervisningen generelt og for det enkelte fag in casu fysik:

1) fremme elevernes lyst og evne til at deltage i den demokratiske debat og engagere sig i forhold af betydning for demokratiet.
2) fremme elevernes forståelse af ligheder og forskelle mellem deres egen forestillingsverden og den verden, de møder i undervisningen.
3) fremme elevernes ansvarlighed, selvstændighed, kreativitet og samarbejdsevne, samtidig med at elevernes beredskab til at håndtere forandringer styrkes".

Evalueringsgruppen finder det positivt at dokumentationen viser at eleverne inddrages mere i planlægningen af undervisningen i løbet af den tid de har faget, samt at inddragelsen fra primært at dreje sig om arbejdsformerne også kommer til at omfatte det faglige indhold. Vi har i den forbindelse hæftet os ved at elevinddragelsen er størst ved projekter og eksperimentelle forløb, hvilket er endnu end grund til at udvikle og anvende disse arbejdsmåder yderligere.[49]

Anskuer man fysikfaget som en helhed, evalueres der på mange måder, men i forskelligt omfang og med forskellige hensigter. Det er evalueringsgruppens vurdering at evaluering af den enkelte elevs faglige udbytte generelt fungerer godt, mens evaluering af undervisningen i form af fælles drøftelser mellem lærer og klasse/hold bruges i meget forskelligt omfang og en del steder i for ringe grad.

[48] Det gælder ikke blot ungdomsuddannelserne. Jf. dette udsagn fra lederen af Verdensbankens strategiske arbejde med videregående uddannelser, Lauritz Holm-Nielsen: "Det ser ud til, at universiteterne har svært ved at forny sig selv. Den innovative kraft skal komme fra de studerende". (Dagbladet Information 17.1.2001)
[49] Jf. kapitlerne om arbejdsformer og skriftligt arbejde

Større elevinddragelse og en mere varieret anvendelse af især mere kollektive evalueringsformer opfatter evalueringsgruppen derfor som en selvfølgelig og uomgængelig del af det udviklingsarbejde i fysikfaget som fremgår af evalueringen i øvrigt.

Evalueringen viser at en højere grad af inddragelse af elever i planlægningen og en mere varieret brug af evalueringsformer især finder sted på skoler der har fokus på disse forhold. Det er derfor evalueringsgruppens opfattelse at en videreudvikling af medbestemmelse og evaluering i fysikfaget ikke kan ses uafhængigt af de mål og de initiativer skolernes ledelser har og tager på disse områder.

Det fremgår af denne evaluerings dokumentation at der i en række henseender ikke evalueres meget anderledes i fysik end i andre fag; det fremgår også at både elevinddragelse og evaluering, især de kollektive former, anvendes i begrænset omfang. Imidlertid er det evalueringsgruppens opfattelse af man i fysik generelt set opfylder Gymnasiebekendtgørelsens regler om både elevinddragelse og evaluering. En udvikling af elevmedbestemmelse og undervisningsevaluering vil derfor efter vor opfattelse kræve en modernisering og præcisering af reglerne desangående. En sådan udvikling kan være med til at styrke fysikfaget og understøtte at elever udvikler den almendannelse og de forudsætninger for videregående uddannelse som er det almene gymnasiums raison d'etre.

Anbefalinger
Evalueringsgruppen anbefaler at der løbende foregår drøftelser mellem lærer og elever om mål, planer, arbejdsformer og evalueringsforme,r og at disse drøftelser tydeligt afspejler sig i den konkrete undervisning.

Evalueringsgruppen anbefaler at der udvikles en evalueringspraksis der ikke begrænser sin fokus på tilfredshed med læreren, men i lige så høj grad fungerer som det værktøj der holder undervisningen og læringen op mod fælles aftalte mål og forventninger. Det indebærer bl.a. at eleverne også forholder sig kritisk og konstruktivt til egen indsats og de aftaler der indgås.

For at understøtte fysikfaget i dets bestræbelser vedr. øget elevmedbestemmelse og mere varieret brug af forskellige evalueringsformer ikke mindst af kollektiv art anbefales det skolerne at inddrage disse forhold i deres udviklingsprogrammer og målsætninger.

Det anbefales at udforme Gymnasiebekendtgørelsens regler vedr. elevers inddragelse i planlægningen og løbende evaluering på en sådan måde at elevers medbestemmelse på undervisningens form og indhold sikres. Jf. Udviklingsprogrammet for ungdomsuddannelserne.

23 Fysiske og økonomiske ressourcer

De fysiske forhold og økonomiske ressourcer fysikfaget har, er afhængig af skolernes situation på disse områder. Skolernes økonomi bestemmes på det overordnede plan af skoleejerne. En af de femten skoler er privat, for de øvrige fjorten skoler er det amterne, herunder Københavns Kommune, der er skoleejere. Amternes ressourceanvendelse i forhold til de gymnasiale uddannelser er forskellig, både fordi amterne prioriterer forskelligt, og fordi andelen og antallet af unge der søger det almene gymnasium, er forskellig rundt om i landet.[50] De enkelte skoleejeres prioritering sætter sig primært igennem overfor skolernes drift og vedligeholdelse idet lønudgiften afhænger af overenskomsten på området.

Gymnasieskolernes bygningsmasse er af varierende alder, det gælder også for de femten skoler der indgår i evalueringen. Den nyeste halvdel af dem er bygget omkring 1980, en fjerdedel er bygget mellem 1940 og 1975 og resten før 1940, typisk i 1920erne, dog er den ældste skolebygning fra 1766.[51] En del har i perioden 1965 og frem fået eller er ved at få nye (til)bygninger, fx idrætshal eller undervisningslokaler bl.a. til den naturfaglige undervisning. Det er karakteristisk at de ældre skolebygninger primært består af undervisningslokaler der er beregnet til klasseundervisning, mens andre lokaletyper såsom fællesområder, grupperum og "øer" med IT o.l. til projektarbejde og andre selvstændige eller individuelle arbejdsformer er en mangelvare. I skoler bygget i 1980erne er disse forhold i større udstrækning til stede eller mulige at etablere, men også her består skolebygningerne primært af undervisningslokaler beregnet til klasseundervisning.

Til fysikundervisningen er der brug for lokaler til forskelligt brug, bl.a. pga. det eksperimentelle arbejde - undervisningslokaler, forberedelseslokaler, depoter og arbejdspladser i tilknytning til undervisningslokalerne og til elevers selvstændige arbejde med faget. Der er regelsæt for lokalerne og udstyret fx vedr. el-sikkerhed.

[50] Gymnasiefrekvensen er fx under 30 i Sønderjylland og over 40 i Nordsjælland.

[51] Denne skole råder desuden over bygninger fra år 1800, 1847, 1906 og 1957

Som alle andre fag har fysik brug for undervisningsmateriale i form af bøger, fotokopier o.l. Herudover har de i lighed med visse andre fag brug for udstyr; de kaldes under et samlingsfagene.[52]

Eksperimentelt udstyr er bekosteligt at anskaffe og vedligeholde i forhold til de ressourcer skolerne generelt råder over. Der er tale om løbende udgifter både pga. nedslidning og pga. den teknologiske udvikling. I den forbindelse skal særligt nævnes indførelsen og brugen af IT.

Ressourcefordelingen på den enkelte skole er rektors ansvar, men de ressourcetyper rektor råder over, bestemmes bl.a. af de enkelte amters decentraliseringsgrad. Med hensyn til fordelingen af undervisningsmidler (udstyr og bøger) foretages den på mange skoler de facto af et udvalg hvori lærerne har sæde, eller som består af lærere fra forskellige fag. Det er almindeligt med en eller anden form for fordelingsnøgle hvori fagets størrelse (antal elever, timetal mv.) indgår. På mange skoler afsættes der tillige en pulje hvor fagene kan søge til bestemte formål.

Forskellene i fysikfagets rammebetingelser skyldes samlet set: amternes økonomiske prioriteringer i forhold til det almene gymnasium, graden af decentralisering, antallet af elever på den enkelte skole og i amterne og ressourcefordelingen på den enkelte skole. Måden fysikfagets lokaler og udstyr fremtræder og fungerer på afhænger så tillige af fysiklærernes/fysiklærergruppens egne initiativer og ideer idet den såkaldte metodefrihed også sætter sig igennem på disse områder.

Da de fysiske forhold og økonomiske ressourcer anses for væsentlige i forhold til at gennemføre undervisningen i fysik, er disse blevet undersøgt i forbindelse med evalueringen.

Dokumentationen
Dokumentationen består af læreres og skoleledelsers selvevalueringsrapporter og samtaler med disse på skolebesøgene; de fysiske forhold og ressourceproblematikken, især hvad angår apparatur, IT og bøger, er også velbeskrevet i elevernes selvevalueringer. Sidst, men ikke mindst fik evalueringsgruppen på alle femten skolebesøg en præsentation af bygninger, lokaler og faciliteter med særligt fokus på fysiks situation, hvilket gav gode muligheder for at tale med elever, lærere og skoleledelser herom og danne sig et indtryk af de fysiske forhold ved selvsyn, herunder kvaliteten og kvantiteten af det eksperimentelle udstyr.

Dokumentationen viser at skolernes standard vedr. faglokaler, udstyr og undervisningsmateriale er yderst forskellig både kvantitativt og kvalitativt. Forskellene i standard kan hensigtsmæssigt deles i tre: lokaler, udstyr og undervisningsmateriale.

[52] *Andre samlingsfag er fx kemi, naturfag, biologi, geografi, billedkunst og idræt.*

Kapitlet består af følgende: et afsnit om hhv. lokaler, udstyr og undervisningsmateriale der hver især efterfølges af en delkonklusion. Et afsnit om de nævnte forhold giver anledning til bekymring vedr. overholdelse af Gymnasiebekendtgørelsen, samt en konklusion og anbefalinger.

23.1 Lokaler

Undersøgelsen af fagets lokaler på de femten skoler fremviser et meget broget billede - fra skoler der pt. er ved at bygge nye fløje specielt til den naturvidenskabelige undervisning, og som giver rige muligheder for at tilrettelægge undervisningen på andre måder til skoler med for få, små og nedslidte lokaler. Fælles for skolerne er at de naturfaglige lokaler ligger som en enhed, på nyere skoler typisk i en egen fløj, på ældre skoler på en bestemt etage. Omsorgen for de områder faget råder over oftest i kombination med kemi og naturfag, er også forskellig – på en skole har lærerne lavet et "museum" hvor fagenes eksperimentelle historie kan beskues i glasmontre fra loft til gulv, nogle har man friarealer rundt om undervisningslokalerne hvor det er muligt at sidde og arbejde fx på PC, og andre steder er det først når man går ind i undervisningslokalerne at det bliver tydeligt at her foregår fysik og anden naturfaglig undervisning.

Bordopstillingen i undervisningslokalerne er typisk vandrette rækker som muliggør at alle elever kan sidde med front mod tavlen. Afhængig af pladsforholdene er disse borde enten stationære idet de er udstyret til at eleverne kan udføre eksperimentelt arbejde, eller løse sådan at alternative opstillinger er mulig, fx til brug ved gruppearbejde. Undervisningslokalerne og andre lokaliteter er desuden præget af mange skabe til eksperimentelt udstyr og borde til opstillinger/forsøg.

De lokaletyper fysikfaget har brug for, er lokaler til undervisning af klasser/hold, lokaler til læreres forberedelse af forsøg og eksperimenter, plads til elevers eksperimentelle arbejde, depotrum til eksperimentelt udstyr og plads til opstillinger hvor der foretages målinger der rækker ud over den enkelte undervisningsgang, samt lokaliteter/rum i tilknytning til undervisnings- og forsøgslokalerne hvor elever selvstændigt – individuelt eller i grupper – kan arbejde med faget.
Selvevalueringsrapporter og samtaler ved besøgene viser følgende:

- 4 skoler/over en fjerdedel af skolerne har for få og/eller små undervisningslokaler
- 9 skoler/trefemtedel af skolerne har ingen eller utilstrækkelige forberedelsesrum og depotrum
- 7 skoler/knapt halvdelen af skolerne har få eller ingen grupperum eller lokaliteter i tilknytning til undervisningslokalerne hvor elever kan arbejde selvstændigt fx med forsøgsrapporter eller projekter
- 10 skoler/totredjedel af skolerne har ingen eller ringe mulighed for at lade opstillinger stå og
- 8 skoler/godt halvdelen angiver at fysiklokalerne er meget nedslidte idet de ikke har været renoveret indenfor de sidste mange år, om nogensinde.

Lokaleproblemerne fordeler sig ikke jævnt på skolerne. Rum hvor lærerne kan forberede det eksperimentelle arbejde, og hvor opstillinger kan blive stående, samt grupperum ol. til brug ved projektarbejde og andre mere selvstændige arbejdsformer, er et problem der nævnes både på nyere og ældre skoler, det samme gælder nedslidte lokaler. Derimod nævnes få og små undervisningslokaler i højere grad på skoler der ligger i ældre/gamle bygninger. For to af skolerne gælder at de har samtlige typer af lokaleproblemer.

Samtidig giver totredjedel af skolerne (ti) eksplicit udtryk for at set under ét er fagets undervisningslokaler tilfredsstillende og velfungerende pt., eller de vil blive det meget snart. Grundene hertil er bl.a.:
Tre skoler har i løbet af 90erne fået totalrenoveret faglokalerne til de naturvidenskabelige fag
To skoler er pt. i gang med byggeprojekter i form af nye fløje bl.a. til fysikundervisning
En skole står overfor en 3-årig totalrenovering af fysiks og kemis faglokaler
To skoler har byggeplaner på tegnebrættet.

Af selvevalueringsrapporterne og samtaler på skolebesøgene fremgår at det er karakteristisk at disse større bygge- og renoveringsprojekter kun har kunnet/kan lade sig gøre pga. ekstraordinær ressourcetilførsel fra skoleejerne således forstået at finansieringsudgiften deles ligeligt mellem skolen og det respektive amt.

Elevernes selvevalueringsrapporter viser en variation i opfattelserne af de lokalemæssige forhold som svarer til fysiklærernes og skoleledelsernes: " Fysiklokalerne er flotte og velholdte, der er god udluftning og de er godt oplyst. Vi mener ikke at man bør bruge flere ressourcer på fysikundervisningen, da de kan bruges bedre på andre punkter". " Her kan vi selvfølgelig kun tale om vores egen skole, men vores naturfagsfløj er utroligt godt indrettet med mange lokaler, fælles forsøgspladser med adgang til gas og vand og en computer-ø som bruges jævnligt".

" Lokalerne (her kan vi naturligvis kun forholde os til de forhold vi kender fra vores eget gymnasium) synes vi er gamle og trange; ideen med at lave rækkerne af borde i forskellige niveauer så at alle skal kunne se tavlen fejler selvfølgelig ingenting, men hvis det er på bekostning af pladsen, således at hver enkelt elev må sidde og krympe og indskrænke sig, så mener vi heller ikke at dette er særligt hensigtsmæssigt. Endvidere er det sådan, at stolene ved de (små) borde bogstaveligt talt er støbt ned i gulvet, og hvis ens blodomløb begynder at give lyd fra sig så er det ikke så nemt at flytte på en fast-cementeret stol, og læreren vil sikkert skule lidt til en hvis man fx sætter sig op på bordet".

Generelt giver eleverne udtryk for følgende vedr. betydningen af lokalernes standard:
" Det er vigtigt for undervisningen, at lokalerne er i orden. Der skal være bordplads nok til mapper, bøger, penalhus, etc. For at eleverne skal kunne koncentrere sig, skal de også kunne sidde ordentligt".

23.1.1 Delkonklusion

Det er evalueringsgruppens opfattelse at standarden af de lokaler der bruges i fysikundervisningen er af meget forskellig kvalitet, og at der på et par af de skoler der indgår i evalueringen, er tale om klart uacceptable forhold. De for få og små lokaler kan forringe elevernes udbytte af undervisningen hvad enten det viser sig ved at de ikke har plads til at have de relevante hjælpemidler fremme, eller ved at undervisningen foregår i lokaler der ikke er indrettet til eksperimentel undervisning. De øvrige nævnte lokalemæssige forhold som vedrører mellem halvdelen og totredjedel af skolerne begrænser kvaliteten af det eksperimentelle arbejde og udviklingen af de mere selvstændige arbejdsformer som gymnasiet og samfundet kræver i dag, fx projektarbejde. Stigende ungdomsårgange i kombination med udviklingen af nye undervisningsformer/mere tidssvarende undervisning antages at ville forstærke de nævnte problemer.

Det er endvidere evalueringsgruppens opfattelse at totalrenovering og/eller byggeprojekter med henblik på at bedre lokaleforholdene for fysikundervisningen/den naturfaglige undervisning forudsætter at skoleejerne tilfører de fornødne ekstra ressourcer; det gælder i sagens natur især de to skoler der har de mest bastante lokalemæssige problemer. Samt at de evt. udestående problemer vedr. ekstra ressourcer pga. stærkstrømscirkulæret løses.

Skolebesøgene og andre dele af dokumentationsmaterialet viser at der ikke nødvendigvis er nogen sammenhæng mellem skolebygningernes øvrige lokalemæssige standard og standarden af faglokalerne til fysik, endsige mellem skolebygningernes alder og standarden af faglokalerne i fysik, om end de to skoler med de ringeste faglokaler begge ligger i nogle af de ældste skolebygninger.

23.2 Eksperimentelt udstyr

23.2.1 EDB og IT

Gennem en årrække har mange skoler og amter satset en del ressourcer på indførelse af IT, og der har været gennemført forsøgsvirksomhed med IT bl.a. i form af to elektroniske skoler. [53]

[53] *Den ene af disse har deltaget i selvevalueringen og den anden deltog i forundersøgelsen*

Derudover har en række fag herunder fysik gennemført et udviklingsarbejde om IT. [54]

Fysiklærere er og har været meget involveret og aktive i implementeringen af IT på mange skoler, hvilket bl.a. viser sig ved at mange skoler har datavejledere der også er fysiklærere. Det gælder også for fysiklærere på de femten skoler der har deltaget i selvevalueringen. Fysiklæreres involvering og engagement i implementeringen af IT på skolen slår imidlertid ikke nødvendigvis igennem i faget fysik som sådan.

Bortset fra at nogle skoler har PC-arbejdspladser i eller i tilknytning til fysiks faglokaler o.l., er IT ikke det man først ser i de fleste fysiklokaler; faktisk er det ofte noget man skal lede efter hvis det da i det hele taget findes. Nogle skoler har intet IT-baseret eksperimentelt udstyr.

Den sparsomme tilstedeværelse af IT har flere årsager hvoraf den vigtigste er manglende/for få ressourcer til indkøb af eksperimentelt udstyr inkl. software. Et forhold som seks af de 15 skolers fysiklærergrupper giver meget direkte udtryk for i deres selvevalueringsrapporter, og som også berørtes af andre under skolebesøgene. Generelt efterlyser både lærere og elever flere muligheder for at anvende og inddrage IT i fysikundervisningen.

23.2.2 Andet apparatur

Fysiklærergruppen på en stor del af skolerne giver udtryk for at de ikke har tilstrækkeligt udstyr til ligefrontsøvelser, og andre at de gennem en årrække har brugt mange ressourcer på indkøb heraf, især til undervisningen på obligatorisk niveau, hvilket er gået ud over indkøb til højniveauet. På enkelte skoler er udstyrssituationen bedre. Selvevalueringsrapporter og samtaler på skolebesøgene viser at det primært skyldes to forhold: at der i faggruppen er én eller flere fysiklærere der bruger tid på at fremstille udstyr til faget, og at visse amter har givet deres gymnasier ekstraordinære ressourcer til indkøb af udstyr til de eksperimentelle fag.[55] Generelt giver lærerne udtryk for det ønskelige i at have/få ressourcer til at indkøbe moderne udstyr bl.a. for at styrke undervisningens indhold af moderne fysik - et synspunkt som deles af eleverne.

Eleverne beskriver og vurderer mange af de samme forhold som lærere og skoleledelser vedr. det eksperimentelle udstyr og brugen af IT, men deres vinkel er på nogle områder en lidt anden.

"Udstyret, som man udfører forsøgene med, kunne faktisk også godt være nyere, så man ikke står med noget, som er lappet sammen med tape, fordi der engang var nogen, som tabte den Risø-kilde, man nu skal bruge i et forsøg". "Apparaturet er også i meget dårlig stand, man oplever tit

[54] *Jf. rapporten IT i fysikundervisningen, Undervisningsministeriet/Uddannelsesstyrelsen 1999*

[55] *Et eksempel: En skole fik i 1998 og 1999 i alt 240.000 kr til indkøb af eksperimentelt udstyr*

at apparaturet ikke virker. Det er et irritationsmoment, som medvirker til en negativ holdning til forsøg mv.....Apparaturet skal bringes i orden, man skal altid kunne bruge det, når man har brug for det, også til selvvalgte opgaver". "Faget kunne trænge til bedre undervisningsmateriale, især de tekniske hjælpemidler kunne være mere up-to-date. Det er ofte tilfældet, at det apparatur, man anvender til forsøg, er meget gammelt, delvist i stykker eller mangler dele, og det kan give meget ekstra arbejde. Desuden mister man lysten til at udføre forsøget grundigt en gang til, for hvis man lige har brugt 2 timer på noget, der viser sig ikke at virke, er man ikke særlig motiveret til at gøre det igen".

Eleverne giver generelt udtryk for at de gerne vil have at IT bruges mere i fysikundervisningen:
" I fremtiden vil det være oplagt at bruge en PC i sammenhæng med fysikundervisningen. Dette giver mulighed for at berøre emner inden for fysikken, som ellers havde været umulige at komme i kontakt med. Fremtidens fysikundervisning kan også blive mere interessant, hvis lærerne tager de nye midler, som den teknologiske udvikling giver dem, i brug. Samtidig med at lærerne får nye ting at undervise med, kan undervisningsmaterialet måske også laves mere tidssvarende".

Elevernes begrundelser for bedre udstyr handler om at de gerne vil lære noget (mere):
" Ifølge Gymnasiebekendtgørelsen for fysik skal IT inddrages i undervisningen. Dette gælder dog kun særlige IT klasser, hvilket vi ikke opfatter som værende nok. Alle elever burde undervises i fysik, hvor IT inddrages. Både til dataopsamling, men også til forevisning af forskellige illustrerede forsøg. "Bedre forsøgsudstyr kan medvirke til mere nøjagtige forsøgsresultater, der i højere grad underbygger den indlærte teori".

Og deres begrundelser for at IT skal bruges mere, handler også om kravene på arbejdsmarkedet:
" Mere brug af IT (samt anvisning/vejledning i brug af IT), så dette føles naturligt, da computeren bliver mere og mere almindelig på de enkelte arbejdspladser".

23.2.3 Delkonklusion

Det er evalueringsgruppens opfattelse at fysik er et udstyrstungt fag pga. det eksperimentelle arbejde, og at eksperimentelt udstyr er dyrt i forhold til de ressourcer skolerne har til deres rådighed. Det betyder at der gennem en årrække på de fleste skoler ikke været råd til at købe nyt udstyr til det eksperimentelle arbejde. Dog har en del skoler satset meget på udviklingen af IT også til fagene. Forekomsten af IT er yderst forskellig, men generelt gælder det at faget de sidste fem år har brugt en større del af sine ressourcer til indkøb af IT. De manglende nyindkøb af eksperimentelt udstyr har haft indflydelse på to forhold: brugen af IT bliver/er begrænset inden for det eksperimentelle arbejde som sådan, og inddragelsen af moderne fysik bliver nedtonet i undervisningen. Det er uheldigt både set i forhold til kravene i fagbilaget og i forhold til elevers motivation for fysikfaget.

Evalueringsgruppen opfatter satsningen på indkøb af ligefrontsudstyr til undervisningen på obligatorisk niveau positivt fordi det giver elever mulighed for at arbejde mere selvstændigt og kreativt med fysikfaglige problemstillinger, men ser samtidig med en vis bekymring på hvis en sådan satsning sker på bekostning af mere avanceret og moderne udstyr til det eksperimentelle arbejde på fysik højniveau.

23.3 Undervisningsmidler

23.3.1 Fagets situation generelt

Skoleledelserne er i deres del af selvevaluering blevet bedt om dokumentere fysiks økonomiske og ressourcemæssige situation, gerne sammenlignet med andre fags. Langt hovedparten svarer at fysik er stillet ligesom andre fag på skolen, nogle giver dog samtidig udtryk for at fysik faktisk har fået og får positiv særbehandling. Ikke nødvendigvis i form af at der budgetteres med flere ressourcer til faget, men ved at faget ofte får del i skolens særbevillingspulje, samt at nogle amter har været opmærksomme på de naturfaglige fags særlige problemer, og/eller ved at bygningsprojekter har været udført med sigte på bedre undervisningsfaciliteter til de naturfaglige fag, herunder fysik

Skoleledelserne er blevet bedt om at oplyse hvor mange ressourcer fysik har fået årligt gennem de sidste tre år. Skolernes opgørelsesmåde er ikke ens, og det er derfor vanskeligt at udtale sig helt præcist herom, men fysiks andel af skolernes samlede ressource til undervisningsmidler ligger i de fleste tilfælde på 5-7%. Tallene giver mulighed for at vise om de beløb fysik har haft til rådighed på skolerne har været stigende, faldende eller konstante i hele treårsperioden. På én skole har fysik gennem alle tre år haft en stigning i sin økonomiske ressource til undervisningsmidler. På seks skoler har der været tale om et fald år for år. På syv skoler er der udsving fra år til år, typisk med det midterste år som højdepunkt, og sådan at man i år 3 ligger lavere end i år 1. Der er ingen skoler hvor fysik ligger på et konstant beløb. På de skoler hvor de økonomiske ressourcer fordeles via en fordelingsnøgle, ser det ud til at især antallet af elever er afgørende for størrelsen af de ressourcer faget modtager. Derudover er det tydeligt at skoler har brugt og bruger en ret forskellig andel af deres økonomiske ressourcer på undervisningsmidler, og at der generelt set er tale om at denne ressource er faldende relativt set.

Godt og vel halvdelen af skolerne giver meget klart og eksplicit udtryk for at ressourcerne til undervisningsmidler er for sparsomme og har været det længe, andre beskriver det i blødere vendinger som noget der skal gøres noget ved.[56]

23.3.2 Bøger

Bogsituationen kan der på den ene side tegnes et ret entydigt billede af – en del skoleledelser påpeger at undervisningsmidlerne er (for) små og har været det over en årrække, fysiklærere og elever giver på de fleste skoler udtryk for at der er få nye, aktuelle og gode bøger. Bogmanglen vedrører ikke mindst temabøger, især på de skoler hvor man har brugt og er ved at bruge store ressourcer på indkøb af nye grundbøger. På den anden side er billedet flertydigt - den ikke særligt tilfredsstillende bogsituation er nemlig ikke alene et ressourceproblem. Lærere og elever begrunder den også med bøgernes kvalitet, det være sig indholdsmæssigt, pædagogisk eller layoutmæssigt. I den forbindelse kan det nævnes at fotokopiering udgør en stadig større del af fagets udgifter til undervisningsmidler, både pga. bogmanglen og pga. kravet om aktualitet i undervisningen.

Herudover omtaler lærere og elever to andre forhold. For det første er det ikke entydigt hvad der forstås ved en god grundbog hhv. god temabog. For det andet er bogens betydning i/for undervisningen ved at ændre karakter/status i og med en række informationer, faglige artikler mv. kan tages ned fra nettet.

23.3.3 Nye bøger og IT - tak

Dokumentationsmaterialet viser at elever sætter megen pris på nye undervisningsmaterialer – også når de er lavet af læreren:

" Det er meget positivt, at fysiklærerne selv laver en del af undervisningsmaterialerne og engagerer sig i sit arbejde".

" Bøgerne og undervisningsmaterialet er godt, da det er forholdsvis nyt, og dermed er eksemplerne mm. i bøgerne af nyere dato. Det gør det lettere at relatere til hverdagen. Vi bliver ligeledes ajourført med de nyeste fremskridt indenfor fysik og måleredskaber".

Iflg. eleverne er der følgende problemer forbundet med de gamle bøger:

" Det er et problem hvis materialerne er for gamle, særligt med hensyn til bøgerne. Selv om teorien jo er den samme som for 25 år siden, er der mange ting, der har ændret sig. Fx er det lidt dumt at de figurer og eksempler, der er vist i bøgerne, er fra 70'erne".

[56] *I den forbindelse kan det nævnes at to skoler i to forskellige amter i 1999 modtog hhv. 80.000 kr og 100.000 kr øremærket til indkøb af bøger o.l., hvoraf fysik fik sin andel.*

"Et andet og meget stort problem er de bøgers egnethed, som eleverne får udstukket i starten af skoleåret og skal klamre sig til når de på hjemmefronten prøver at tilegne sig lærdom om fysikken. De bøger som anvendes ved [skolen], "Fysik i 1./2./3.g", er i hvert fald håbløst forældede, tørre, upædagogiske, forvirrende og komprimerede i en sådan grad, at eleven har svært ved at orientere sig når denne skal finde hints til specifikke emner, løsning af opgaver, etc…..Når læreren står og fabler løs, er det jo meningen, at man samtidig skal følge med i bogen. Det er dog ikke altid lige nemt, for bøgerne ligner mildest talt noget, der er blevet gravet op af jorden efter 100 år. (Forældede bøger). Og hvis man har været så heldig at kunne have forberedt sig hjemme fra, har man alligevel ikke haft en chance for at få nogen forståelse for stoffet, da sproget kunne minde om arabisk, dvs. at sproget er meget uforståeligt og indviklet….Bøgerne er gamle og uforståelige, og skal derfor gerne fornys. En formelsamling ville også være til stor hjælp for eleverne".

Nogle elever pointerer manglen på nye bøger ikke kun gælder for fysik endsige for gymnasiet:
"Som i så mange andre fag gør det også en stor forskel, om undervisningsmaterialerne er nye. Det er meget indlysende, at elever hellere vil have nye, mere pædagogiske bøger frem for gamle, slidte bøger, som måske indeholder forældede oplysninger".

"Undervisningsmaterialerne her på skolen er faktisk ret gode, men der er dog nogle ret gamle bøger i samlingen, hvilket kan være lidt irriterende, da disse ikke er helt "up to date"! Dette er et problem som vi godt ved er i kraftig bedring og som koster penge, men vi synes faktisk, det er en tendens, som har fulgt os alt den tid hvor vi har gået i skole, og her snakker vi både om folkeskolen og gymnasiet!"

Eleverne inddrager også IT i deres begrundelser for nyt undervisningsmateriale:
"Fysik i gymnasiet kunne blive mere spændende hvis undervisningsmaterialet og forsøgsapparater var mere up-to-date. Inddrager man computere mere i undervisningen – både ved forsøg og ved tavlegennemgang – vil det også gøre fysik mere nutidig. Det betyder at eleverne er mere engagerede fordi de bliver undervist ved brug af det nyeste undervisningsmateriale. Det er sjovere at sidde med nyt materiale end materiale der er 40 år gammelt". Det kunne være godt, hvis man kunne udnytte CD-romen bedre som følger …..bøgerne. For eksempel kunne man få flere lektier for, som indholdt brugen af CD-romen, idet den indeholder mange godt illustrationer".

Samlet set viser elevernes udsagn om nye og tidssvarende undervisningsmaterialer at de gerne vil have mere ud af undervisningen i faget, både i timerne og ved hjemmeforberedelsen. Som lærerne er de opmærksomme på at undervisningsmaterialer både omfatter bøger og IT; de fleste elever giver udtryk for at bøgerne generelt er (for) gamle, og at IT ikke inddrages i det omfang de kunne ønske sig, og som de mener at gymnasiet og samfundet kræver:
"Materialerne skal være "up to date", og der skal bruges mere IT i undervisningen".

23.3.4 Delkonklusion

Tidssvarende undervisningsmaterialer er af afgørende betydning for undervisningens kvalitet og elevernes udbytte heraf på kort og langt sigt; i den forbindelse tænkes især på bøger, men også andre undervisningsmaterialer, herunder IT-baserede/relaterede. Det er derfor med bekymring at evalueringsgruppen må konstaterer at de økonomiske ressourcer til undervisningsmidler nu er og gennem en årrække har været ikke blot for beskedne, men utilstrækkelige på langt de fleste skoler.

Fysiks økonomiske situation med hensyn til undervisningsmidler er i udgangspunktet som andre fags, men som andre eksperimentelle og materialeforbrugende fag får fysik tilført 'ekstra' ressourcer hertil. På nogle skoler har faget også fået del i særbevillinger o.l. Men fysik er et dyrt fag, og særbevillinger løser ikke fysiks materialeproblemer, bl.a. fordi de ikke gør det muligt at lægge en plan for fagets udvikling.

23.4 Overholdelse af bekendtgørelsen

I selvevalueringen er lærere og skoleledelser blevet bedt om at vurdere om standarden af de fysiske forhold og de økonomiske ressourcer giver problemer med at opfylde Gymnasiebekendtgørelsen, eller om de giver anledning til bekymring vedr. mulighederne for at opfylde de faglige og andre krav der stilles til undervisningen i det almene gymnasium. Lærere og skoleledelser har generelt denne konklusion: bekendtgørelsen opfyldes selvom om der er problemer på de nævnte områder. En enkelt skoleledelse giver dog eksplicit udtryk for, at situation giver anledning til 'en smule bekymring'; og én lærergruppe skriver: "Konklusionen er ganske enkelt at hverken de nuværende lokaler eller det nuværende udstyr opfylder relevante krav og regler. Tværtimod tvinger forholdene lærerne ud i klare lovbrud".[57]

23.5 Konklusion og anbefalinger

Det er evalueringsgruppens opfattelse at der er tale om bastante fysiske mangler og problemer på enkelte skoler, udstyrsmæssige problemer på en del skoler og generelt for få ressourcer til bøger og andre undervisningsmaterialer på alle skoler. Både den skriftlige og den mundtlige dokumentation samt besøgene på de femten skoler som gjorde at evalueringsgruppen ved selvsyn har kunnet danne sig et gedigent indtryk af fagets fysiske og ressourcemæssige situation, viser at disse mangler på en del skoler skaber nogle lidet gunstige vilkår for fysiklærernes arbejde og for udviklingen af en mere tidssvarende fysikundervisning. Det er samtidig vigtigt at understrege at kvaliteten i undervisningen og dermed elevernes udbytte af og motivation for faget påvirkes af de anførte mangler og problemer vedr. lokaler, udstyr og undervisningsmidler.

[57] *Fysik-kemilokalerne på denne skole bliver totalrenoveret i perioden 2001-04*

For få og små lokaler i kombination med manglende eller meget begrænset udenomsplads (rum til forberedelse af forsøg, IT brug mv.) betyder at lærernes muligheder for at tilrettelægge undervisningen på forskellige måder afstemt efter elevernes faglige niveau og læringsmålene for den enkelte klasse begrænses, herunder ikke mindst elevers selvstændige arbejde med faget. Dette hæmmer både motivationen, det faglige udbytte og udviklingen af elevernes samarbejdsevne. For lidt og for gammelt udstyr har lignende konsekvenser.

I lighed med hvad lærere og skoleledelser giver udtryk for, er det evalueringsgruppens opfattelse at den nuværende standard muliggør at fagbekendtgørelsen for fysik opfyldes, men flere steder på minimalistisk vis og uden selv kortsigtet fremtidssikring. Samtidig nærer evalueringsgruppen en vis bekymring for at de nuværende fysiske og økonomiske forhold kan stille sig hindrende i vejen for en opfyldelse af det almene gymnasiums formål og kravene til gymnasial undervisning sådan som de kommer til udtryk i Gymnasiebekendtgørelsen i øvrigt; her tænkes især på formålsparagraffen (§1), kravene til alsidighed i undervisningen og udviklingen af den enkelte elev mundtlige og skriftlige færdigheder (§7) og elevers medbestemmelse og evaluering af undervisningen (§19).

Anbefalinger
Evalueringsgruppen anbefaler at lokaleforholdene på skoler med virkeligt problematiske forhold bringes i orden eller som et minimum bringes til en mere acceptabel standard så hurtigt som mulig, så fremtidig fysikundervisningen kan ske i overensstemmelse med gymnasiebekendtgørelsens krav og intentioner.

På en række skoler skal der på kortere sigt sikres bedre lokaleforhold med henblik på eksperimentelle projekter, gruppearbejde og lignende der bl.a. fordrer at eleverne kan have eksperimentelt udstyr stående over en kortere periode. For lærerne er der mange steder behov for plads til forberedelse af eksperimentelle opstillinger, placering af rulleborde med udstyr og lignende på steder hvor elever normalt ikke færdes i undervisningen. Nogle enkelte skolers fysiklokaler er så hårdt nedslidte at en renovering er stærkt tiltrængt.

Evalueringsgruppen anbefaler at skoleejerne i alle tilfælde kompenserer for de meromkostninger skolerne har som følge af stærkstrømscirkulæret der har ulovliggjort store dele af fysiksamlingen. Der er tale om omkostninger til ombygning og/eller udskiftning af el-udstyr der langt overstige, hvad der normalt kan klares af driftsmidlerne til fysiksamlingerne.

Evalueringsgruppen anbefaler at der på alle skoler er tilstrækkeligt udstyr til ligefrontsøvelser på obligatorisk niveau. Det er en afgørende forudsætning for sikring af sammenhæng mellem det

teoretiske og det praktiske arbejde og sikring af en fornuftig progression i det eksperimentelle arbejde.

Evalueringsgruppen anbefaler at der generelt investeres mere i IT udstyr med henblik på en afgørende moderniseringen af fysikundervisningen med hensyn til fagligt indhold og arbejdsformer.

Evalueringsgruppen finder at mange af de anvendte fysikbøger er alt for gamle og bør udskiftes

Evalueringsgruppen anbefaler at lærebogsforfattere og forlag udviser større opmærksomhed om bøgernes sproglige og grafiske udformning med henblik på bedre læsbarhed.

Evalueringsgruppen anbefaler produktion og brug af emnehæfter, web-baserede materialer o.l. som kan styrke arbejdet med perspektiver, moderne fysik, teknologi, tværvidenskabelige emner, samt videnskabshistoriske og filosofiske emner.

24 Fysiklæreres efteruddannelse

Videns- og informationssamfundet/det moderne samfund indebærer fortsat uddannelse af alle, nogle kalder det livslang uddannelse. Dette krav stilles også til mennesker med en lang videregående uddannelse, dvs. at det også gælder for fysiklærere i det almene gymnasium.[58] Hovedparten af fysiklærerne er cand.scienter., en meget lille del er ingeniører eller har en anden form for teknisk-naturvidenskabelig uddannelse. Over halvdelen er uddannet før 1980 og resten i 1980erne og 1990erne. Da mobiliteten blandt gymnasielærere er lille, betyder dette at fysiklærergruppen på de fleste gymnasier vil have en anciennitet på 15-20 år. Alt andet lige må man derfor antage at der er brug for ressourcer til efteruddannelse, samt at behovet er stigende.

Hovedparten af ressourcerne til efter- og videreuddannelse kommer fra skoleejerne.[59] Hertil kan komme midler fra den enkelte skole gennem omposteringer og fra Undervisningsministeriet i forbindelse med forsøgs- og udviklingsarbejde. Udgifterne til efter- og videreuddannelse består af kursusgebyrer, transport og time-dagpenge. Da midlerne til vikardækning er begrænsede/ utilstrækkelige, bevirker det at lærere afholder de aflyste timer efter/før deres kursusdeltagelse eller ved at kolleger vikarierer for hinanden.

Gymnasielæreres efteruddannelse har flere hensigter, en faglig og pædagogisk/fagdidaktisk ajourføring samt menneskelig udvikling. Videreuddannelse optræder i forbindelse med at der kommet nye fag i gymnasiet. For fysiklærernes vedkommende har særligt indførelse af det 2-årige naturfag i det sproglige gymnasium, fysikkemi i HF og astronomi som mellemniveaufag udløst en ret omfattende videreuddannelse.[60] Nogle fysiklærere har desuden gennemført en egentlig videreuddannelse indenfor edb/IT.

Hovedparten af fysiklæreres og andre gymnasielæreres efteruddannelsesaktivitet har op til nu været knyttet til den kursusvirksomhed som udføres af de faglige udvalg. Hvert fag i gymnasiet

[58] OECDs opgørelse fra 2001 over voksen- og efteruddannelse i 17 lande viser at halvdelen af alle danske voksne mellem 16-64 år i 1998 var på skolebænken. Kun Finland ligger højere end Danmark på dette felt.
[59] Ressourcen udgør typisk 1% af lønsummen
[60] Hertil kommer mellemniveaufaget teknik der tilbydes meget få steder.

har sin faglige forening, og fagligt udvalg består af repræsentanter for den faglige forening og fagkonsulenten eller en repræsentant for denne. Det er det faglige udvalg der planlægger og gennemfører kursusvirksomheden enten som centrale kurser af typisk 2-3 dages varighed hvor deltagerkredsen er gymnasielærere fra hele landet, eller decentrale kurser typisk af 1 dags varighed. Decentrale kurser afholdes normalt regionsvis. Herudover er der enkelte eksempler på en anden model: en kursusrække af 6-10 eftermiddage afholdt på et universitet med undervisere derfra som oplægsholdere. Fagligt udvalgs kurser er fagligt-pædagogiske, men fokus vil ofte være på det faglige.

En mindre del af efteruddannelse foregår på Amtscentrene (tidl. Amtscentralerne), og den er sjældnere af faglig karakter, oftere af almenpædagogisk eller didaktisk karakter, og den retter sig ikke kun mod gymnasielærere. Kurserne strækker sig typisk over en halv eller en hel dag.

De sidste små ti år har de fleste skoler tillige haft lokal skolebaseret efteruddannelse. Den vil typisk være om uddannelsesmæssige forhold eller af almen pædagogisk eller didaktisk art, og deltagerkredsen er skolernes lærerkollegium. Den største kursusaktivitet har gennem en årrække været IT, det være sig form af brugerkurser for lærere, studiekredse eller møder om de pædagogiske og didaktiske sider ved indførelse af IT i undervisningen. Men andre temaer har også været drøftet på mange skoler: skrivepædagogik, differentieret undervisning og projektarbejde. På nogle skoler har enkelte faggrupper tillige udformet deres egen skolebaserede efteruddannelse; i fysik fx om IT. Skolebaseret efteruddannelse kan strække sig over en periode, men typisk er det arrangementer af 1-2 dages varighed.

Ud over den omtalte mere formaliserede efteruddannelse som fysiklærergruppen på nogle skoler har gennemført/gennemfører, kan faggruppen indgå i læreres faglige, pædagogiske og didaktiske opdatering på andre måder. Fx udveksling af undervisningsmaterialer, fælles afprøvning af nyt udstyr, planlægning af undervisning og udformning af forsøgsansøgninger.

Fysiklærere har i lighed med andre gymnasielærere en række muligheder for faglig, pædagogisk og didaktisk opdatering som er eksterne i forhold til skolen. Fx at være skriftlig censor, at arrangere kurser for fysik- og naturfagslærere, at deltage i udviklingsarbejdet i den faglige forening eller i Undervisningsministeriet og skrive artikler til foreningens eller andre tidsskrifter.

De omtalte efteruddannelsesmuligheder har i større eller mindre grad et kollegialt tilsnit, dertil kommer den "private efteruddannelse" som den enkelte gymnasielærer varetager for at bibeholde eller udvikle sin erhvervsevne; det være sig i form af læse fagtidsskrifter, bøger, udvikle sine IT-kompetencer mv. Dette er ikke blevet undersøgt i evalueringen da det falder uden for den gængse opfattelse af begreberne efter- og videreuddannelse.

Der er derfor flere grunde til at fysiklæreres efter- og videreuddannelse og andre former for faglig mv. ajourføring indgår i evalueringen: de (stigende) samfundsmæssige krav til læreres faglige, pædagogiske og didaktiske kompetencer og de omtalte aktiviteters betydning for undervisningens kvalitet og udviklingen heri.

Dokumentationen
Fysiklærere og skoleledelser beskriver og vurderer problemfeltet i deres selvevalueringsrapporter, det gør en del elever også i deres. Herudover er lærerne blevet bedt om at udfylde et skema over de efteruddannelseskurser de har været på de sidste fem skoleår, dvs. 1996-2001. Det har 76% af dem gjort. På skolebesøgene indgik efteruddannelse som et af de gennemgående samtalepunkter. Dokumentationen er derfor generelt set solid.

24.1 Efteruddannelse – set med lærerøjne

Lærerne er blevet bedt om at vurdere hvilken betydning deltagelse i kurser har for faggruppen og for skolen. Her er de almindeligste svar inspiration, fornyelse og viden. Herudover svarer nogle generel orientering, prøve nyt udstyr, stor oplevelse, godt at tale med fagkolleger fra andre skoler og mulighed for at få viden om tidssvarende undervisning. Mange angiver at kurser ikke nødvendigvis har direkte betydning for undervisningen, og at afsmitningen til faggruppen ofte ikke er god nok, bl.a. fordi man har travlt når man kommer hjem da de timer man mistede ved at være på kursus, skal indhentes. En fjerdedel giver udtryk for at mulighederne for at tage på kursus er for ringe dels pga. de økonomiske ressourcer skolerne råder over, dels pga. den manglende vikardækning, og nogle påpeger det vanskelige i at arbejde/bo langt væk fra universitetsbyerne. Resten mener at deres muligheder inden for de nuværende rammer er gode nok, men at der bør være flere og bedre muligheder for efteruddannelse, samt at det ville give en større effekt for faggruppen og for skolens fysikundervisning hvis de er på kursus sammen med en eller flere fra faggruppen idet afrapporteringen så kunne blive bedre og gennemføres hurtigere. Nogle reflekterer også over typer af kurser og hæfter sig ved deres positive erfaringer med skolebaseret efteruddannelse - den er bedre, både fordi den kan rettes mod netop denne faggruppes behov, og fordi hele faggruppen kan deltage.

24.1.1 Aktivitetsniveau og kursusformer

Dokumentationen viser at 61% af lærerne har været på mindst et kursus inden for de sidste fem år eller anderledes – næsten 40% af lærerne har ikke deltaget i et efteruddannelseskursus de sidste fem år.

Blandt de der har været på et eller flere kurser, er spredningen stor. En fjerdedel af lærerne har været på kursus hvert år, godt en fjerdedel har været på et kursus inden for de sidste fem år og resten fordeler sig jævnt mellem disse to 'poler'.

Efteruddannelsen blandt fysiklærerne er forskellig fra skole til skole og forskellige steder i landet.

For den ene halvdel af skolerne gælder at alle fysiklærerne eller hovedparten af dem (75-100%) har været på mindst et kursus inden for de sidste tre år. På de to skoler hvor kursusaktiviteten er lavest, har kun en fjerdedel af fysiklærerne været på kursus inden for de sidste tre år.

Efteruddannelsesaktiviteten er gennemsnitligt ca. 10% lavere på de vestdanske gymnasier end på de østdanske. Spændvidden i den østdanske kursusaktivitet er stor idet der generelt er tale om en meget høj kursusaktivitet, dog er det også her man finder de to skoler med lavest kursusaktivitet. Til gengæld er der lige mange skoler i østdanmark og vestdanmark hvor alle fysiklærere har været på kursus inden for de sidste tre år. Alt i alt er der tale om regionale forskelle, men ikke om et fast mønster heri. Apropos regionale forskelle omtaler nogle lærere at det er sværere at få/have tilfredsstillende kursusmuligheder når man arbejder/bor uden for universitetsbyerne. Det kan tallene ikke bekræfte - kursusaktivitet under gennemsnittet optræder kun i nogle af udkantsområderne, og både den største og den laveste kursusaktivitet findes på gymnasier i hovedstadsområdet, en tendens der ikke gør sig gældende omkring de øvrige universitetsbyer.

De markante forskelle i efteruddannelsesniveauet kan derimod ses i relation til andre forhold. Det er karakteristisk for skoler med et højt efteruddannelsesniveau at fysiklærergruppen arrangerer skolebaseret efteruddannelse, fx korte kurser eller en kursusrække om grafregner, en studiekreds med tilskud fra Undervisningsministeriet eller en uges fysikstudietur. Et andet karakteristisk træk er at flere i faggruppen er aktive i eksterne sammenhænge som medlem af bestyrelsen i en/den faglige forening eller medarrangør af kurser o.l.. Eller der er tale om et højt aktivitetsniveau i interne sammenhænge, fx PR-formand, tillidsmand eller medlem af div. udvalg. Da fysiklærergruppen på skolerne ikke adskiller sig markant alders-og anciennitetsmæssigt, har disse forhold næppe betydning for forskellene i efteruddannelsestilbøjeligheden.

Godt en tredjedel af kurserne er én-dags kurser, og det er den kursustype der er flest af. Næsten en fjerdedel er 3-dages kurser, knap 15% er to-dagskurser, og resten fordeler sig ret jævnt på kurser af fire, fem eller flere dags varighed. I gennemsnit har de femten skolers fysiklærere været på kursus 3,6 dage inden for de sidste 5 år. For de der faktisk har været på kursus, er tallet 4,7 dage fordelt på 2-3 kurser; det er knap 1 dag pr. år brugt til efteruddannelse i perioden 1996-2001. Tallet skal tages med det forbehold at mange af fysiklærere i deres udfyldelse af det omtalte skema 4 alene anfører kurser i/om fysik og ikke beskriver den skolebaserede efteruddannelse de

har deltaget i. De fleste skoler har en pædagogisk weekend eller et par heldagsarrangementer af pædagogisk karakter hvor der er mødepligt for alle lærere, så fysiklærernes faktiske efteruddannelsesaktivitet ligger højere end tallene indicerer.

Som anført tidligere vurderer en del fysiklærere det som positivt at have mulighed for at deltage i efteruddannelser sammen med (andre fra) faggruppen. Besvarelsen af skema 4 viser at godt halvdelen (55%) har deltaget i kurser alene, næsten en tredjedel (31%) har deltaget med flere eller hele faggruppen, mens 8% har deltaget i kurser sammen med én anden fra faggruppen, og de resterende 6% har deltaget sammen med to andre fagkolleger fra egen skole. Nogle skoleledelser berører denne problemstilling og anfører det uøkonomiske i at flere deltager i det samme kursus, dog påpeger de også det positive heri, nemlig at spredningseffekten bliver større, og at det har betydning for lærernes faglige, pædagogiske og menneskelige udvikling at være på kursus sammen. Relateres deltagelsesform og kursustyper, er det typisk de eksterne kurser af mere end en dags varighed som fysiklærerne deltager i alene eller sammen med en kollega; på kortere kurser, fx på amtscentralen og kursusrækker, fx 4-6 eftermiddage på et universitet, deltager der typisk flere fra faggruppen, og i den skolebaserede efteruddannelse som fysiklærere etablerer selv, deltager hele faggruppen.

24.1.2 Kursers indhold

Den samlede efteruddannelsesaktivitet fysiklærere deltager i, er tilrettelagt som eksterne kurser og lokal skolebaseret efteruddannelse; IT-kurser af generel og fysikfaglig art findes i begge tilrettelæggelser. Videreuddannelse i forbindelse med erhvervelse af undervisningskompetence i naturfag og astronomi er også en medtællende faktor idet kurserne strækker sig over en længere periode og typisk er af flere dages varighed.

Viften af kurser i og om fysik er bred – de der står med kursiv, nævnes oftest i dokumentationen:

Antikkens naturvidenskab	Elsikkerhed	Meteorer
Astronomi	Fysik i europæiske hovedstæder	Naturfag og geometri
Atomkraft/minedrift/Bilens fysik	Fysik og almendannelse	Planetfysik
CERN mv.	*Fysik på højniveau	*Projektarbejde
CBL/Fpro mv.	Geofysik	Solformørkelse
Dataopsamling	Grafregner	Tivolifysik
*EDB i skolen	Helsekemi (naturfag)	*Undervisningsformer
Eksperimentel fysik	Idrætsfysik	Vejr og klima
	IT i fysikundervisningen	Vind og vindmøller
	Kampvognsfysik/ballistik	Øresundsfysik

De stjernemarkerede kurser har et almenpædagogisk og/eller didaktisk sigte, men det betyder ikke at det pædagogiske og didaktiske ikke indgår i de øvrige kurser. I skema 4 har lærerne svaret på om de kurser de anfører, har været undervisningsrelaterede, og om de har haft/har direkte effekt på undervisningen. Små 40 procent af kurserne angives at være undervisningsrelaterede, mens godt tres procent angives at have direkte effekt på undervisningen; det gælder specielt for IT-kurserne. Med hensyn til effekten på undervisningen svarer de øvrige (38%) enten nej eller delvis.

På skolebesøgene forklarede fysiklærerne den sparsomme deltagelse i pædagogiske og/eller fagdidaktiske kurser på flere måder. Blandt de der ytrede interesse for at deltage i sådanne kurser, gik den ene på at der ikke er penge til det, kursuskontoen er for lille, mens den anden gik på at der mangler et udbud i forhold til pædagogiske kurser, men at lærere dog også ofte vælger de faglige kurser fordi de handler om et emne de konkret kan bruge i undervisningen. Blandt de der ikke mente at deltagelse i denne type af kurser er ønskelig, var begrundelserne at de har været lærere i så mange år at de ved hvordan stoffet bedst tilrettelægges i undervisningen, samt at der er så meget andet man skal nå som lærer i dag, så noget må skæres fra. På skoler med tradition for skolebaseret efteruddannelse blev der endvidere givet udtryk for at det almenpædagogiske blev dækket ind her.

24.1.3 Sammenfatning

Fysiklærere giver udtryk for at det er fagligt og kollegialt inspirerende at deltage i kurser, og at kursernes indhold har betydning for deres undervisning. Eksterne kurser af længere varighed deltager de typisk i alene, mens skolebaserede og regionale efteruddannelsesaktiviteter ofte har deltagelse fra hele faggruppen eller en større del af den. Mange fysiklærere giver udtryk for at det er positivt at deltage i kurser sammen med faggruppen, både af faglige, pædagogiske og andre grunde.

En fjerdedel giver udtryk for at skolernes ressourcer til efteruddannelse er for små, mens andre giver udtryk for at mulighederne kan forbedres, fx at en skemastruktur med flexdage kan være med til at løse problemet med vikardækning. Der er markant forskel på hvor meget skolernes fysikfaggrupper deltager i kurser; det gælder både ekstern og intern, dvs. skolebaseret kursusvirksomhed.

Den højeste efteruddannelsesaktivitet findes typisk hos fysiklærere på skoler hvor faggruppen gennemfører egen kursusvirksomhed jævnligt, og/eller hvor flere fra faggruppen er aktive i fysikaktiviteter uden for skolen eller/og aktive internt i forhold til skolen som sådan. Godt 60% af fysiklærerne har inden for de sidste fem år deltaget i efter- og videreuddannelsesaktiviteter, i snit drejer det sig om 2-3 faglige kurser pr. lærer; godt en tredjedel af fysiklærerne har alene deltaget i

den skolebaserede efteruddannelse hvis fokus er generelle pædagogiske o.l. spørgsmål og udviklingen af IT.

Hovedparten af den efteruddannelse fysiklærerne deltager i, er relateret til undervisningen, og dens fokus er rettet mod en faglig opdatering. Pædagogiske og (fag)didaktiske kurser søger og deltager fysiklærerne betydeligt mindre i.

24.2 Andre faglige fora

Fysiklæreres – og andre gymnasielæreres – arbejde og udviklingsmuligheder fagligt, pædagogisk, fagdidaktisk og personligt kan påvirkes på anden vis end via efter- og videreuddannelseskurser. For fysiklærere – som for andre gymnasielærere – er faggruppen en vigtig faktor, bl.a. fordi indkøb af bøger mv. bestemmes af faggruppen. I et eksperimentelt fag som fysik med faglokaler og udstyr er aftaler i faggruppen tillige af betydning for hvordan den daglige undervisning kan gennemføres.

I en faglig skole som det almene gymnasium er (en del af) læreridentiteten knyttet til lærerens fag, og faggruppen kan derfor være et sted hvor oplevelsen og udviklingen af læreres faglige identitet finder sted. Af disse grunde er fysiklærerne i selvevalueringen blevet bedt om at beskrive og vurdere nogle sider ved faggruppens arbejde; forhold som også blev berørt og uddybet under skolebesøgene.

24.2.1 Faggruppemøder

Dokumentation viser at fysiklærere på alle skoler taler sammen om det praktiske, får ordnet bogindkøb mv., men herudover er variationen i fælles aktiviteter og møder stor:
"Fysikgruppen på [skole] er en fasttømret enhed, som ofte holder faggruppemøder".
En anden skole fortæller at de holder et møde hvert andet år, en tredje at de aldrig holder møder. Ud over de løbende samtaler om praktiske forhold (bogindkøb, udstyr o.l.) er det almindeligt med egentlige møder typisk 3-5 gange årligt. Hovedparten af faggrupperne giver udtryk for tilfredshed med møderne: "På vores skole er der en lang tradition for hyppige små faggruppemøder samt faggruppesnak i mellemtimer og pauser. Vi har en åben og frugtbar diskussion om pædagogiske, teoretiske og eksperimentelle problemstillinger. Desuden har vi også mere formaliserede aften-/eftermiddagsmøder en gang i mellem".

Dokumentationen indeholder også forslag til ændringer fra en femtedel af skolerne. En fysiklærergruppe ønsker en fast skemaposition til fysikmøder, en anden vil gerne udvikle møderne så de får et større fagligt og pædagogisk indhold, og en tredje vil gerne have sat mødefrekvensen op til to årlige møder.

Faggruppemøder kan dreje sig om undervisningsmaterialer, undervisningsforløb, øvelser og øvelsesvejledninger, eksperimentelle projekter og vejledninger til samme, to-lærerordning, udarbejdelse af forsøgsansøgninger til Undervisningsministeriet og udviklingsmidler fra amterne, afrapportering fra efteruddannelseskurser, planlægning af studiekredse og andre former for skolebaseret fysikefteruddannelse, herunder studierejser for faggruppen, temadage for skolen om fysik- og naturfaglige emner samt forberedelse af ekskursioner med elever i ind - og udland. Samlet set viser dokumentationen at faggruppemødernes fokus indholdsmæssigt set er af faglig art, men at der også indgår pædagogiske og fagdidaktiske diskussioner og aktiviteter. Dokumentationen viser tillige at skoler der har tradition for at lave skolebaseret fysikfaglig efteruddannelse, i højere grad beskriver indholdet og betydningen af faggruppemøderne, og at de mødes oftere, både formelt og uformelt. [61]

24.2.2 Forsøgs- og udviklingsarbejde

Afslutningsvis skal nævnes en form for kompetenceudvikling som iflg. fysiklærerne virker som en form for efter- eller videreuddannelse, nemlig forsøgs- og udviklingsarbejde. På en femtedel af de femten skoler indgår fysik i forsøgsarbejde, fx "Fysik og matematik i verdensklasse"/Learning Lab., og et lignende antal har i efteråret 2000 indsendt ansøgninger til Undervisningsministeriet om forsøg fx vedr. det eksperimentelle arbejde. De lærere der deltager, giver udtryk for at det fagligt er meget givende og udviklende, og på skoler hvor der er tradition for et tæt samarbejde i faggruppen, giver man tillige udtryk for at det har en positiv effekt på hele gruppen fordi alle er interesserede. Lignende erfaringer giver de der deltog i forsøgsarbejdet "Naturvidenskabelige klasser", udtryk for på skolebesøgene.

24.2.3 Eksterne fora

Herudover har fysiklærere – som andre lærere i det almene gymnasium - mulighed for at være aktive i forskellige faglige sammenhæng som i lighed med efteruddannelse og deltagelse i faggruppens aktiviteter kan påvirke deres arbejde og udviklingsmuligheder fagligt, pædagogisk, fagdidaktisk og personligt. Dokumentationen belyser følgende former for faglig aktivitet: medlem af den faglige foreningsbestyrelse, arrangør af efteruddannelseskurser og pædagogikumkurser, censor ved skriftlig eksamen eller større skriftlig opgave, bistå fagkonsulenten på forskellig vis, skrive til fagets medlemsblad eller andet.

Medarrangør af efteruddannelses- og andre kurser er den aktivitet som nævnes mest, det drejer sig om atten personer fordelt på otte skoler.[62] Den næsthyppigste aktivitet er at have skrevet en

[61] Faggruppers mødefrekvens på de 15 skoler: aldrig/hvert andet år (2), 2-3 årligt (4), 3-4 årligt (3), 4-5 årligt (2), ofte(4)

[62] Heraf 4 i forbindelse med kurser i naturfag

artikel til LMFK-bladet, det drejer sig om ni personer fordelt på otte skoler. Herudover er der fire personer på fire skoler der yder/har ydet bistand til fagkonsulenten, tre personer på tre skoler der er skriftlige censorer ved studentereksamen, fem personer på fem skoler der er censorer ved større skriftlig opgave, og tre der er medlemmer af den faglige forenings bestyrelse i hhv. fysik og naturfag.

I kategorien "andet" viser dokumentationen følgende svar: fire er eksterne undervisere på hhv. KU, RUC, SU og DPU, to er regionsrepræsentanter i den faglige forening, og herudover optræder følgende aktiviteter fordelt på enkeltpersoner: fagkonsulent (i naturfag), medlem af opgavekommissionen, medlem af fagligt udvalg, opmand ved større skriftlig opgave, udviklingsopgaver for Undervisningsministeriet bl.a. om naturvidenskabelige klasser, IT-programudvikler, bestyrelsesmedlem i Dansk Fysisk Selskab og internationalt samarbejde.

Fordelingen på skoler af de nævnte aktivitetstyper er ikke lige. En enkelt skole angiver ingen af de nævnte aktiviteter, et par skoler angiver én aktivitet som en person udfører, mens der på andre skoler er seks aktiviteter i spil fordelt på næsten lige så mange personer.

Betydning for faggruppen
Fysiklærerne er blevet bedt om at vurdere hvad de nævnte aktiviteter betyder for faggruppen. Fire skoler har ikke forholdt sig til spørgsmålet, og en skole svarer: Ingen betydning. De øvrige skoler vurderer det anderledes. De anfører at det at have nogen i faggruppen der er med til at arrangere kurser, er censor osv. har følgende effekter: det sætter tanker i gang, man har fingeren på pulsen, det har betydning for skolen som helhed, det giver anledning til gode faglige diskussioner, det virker inspirerende, man kan følge den faglige debat på lidt nærmere hold, det bidrager til den faglige debat i faggruppen, og "det er positivt at have et bestyrelsesmedlem i faggruppen, der er kortere til "toppen"". Samlet set viser disse svar fra to tredjedele af skolernes fysikfaggrupper at de vurderer at deltagelse i sådanne eksterne aktiviteter har en positiv betydning, ikke blot for den der deltager, men også for faggruppen, ja for skolen.

24.3 Sammenfatning

Sammenfattes dokumentationen, fremkommer der følgende mønstre: nogle fysiklærergrupper er meget aktive både på de indre linjer og udadtil, nogle er primært aktive internt, mens andre især er det eksternt, og nogle er hverken specielt aktive internt eller eksternt. Sammenholdes disse mønstre med efteruddannelsesaktiviteten er den som tendens højest på de skoler/ i de fysiklærergrupper der både er internt og eksternt aktive og blandt de med et højt internt aktivitetsniveau. På skoler hvor en eller flere i fysiklærergruppen har et højt eksternt

aktivitetsniveau, deltager faggruppen samlet set mindre i efteruddannelse end gennemsnittet. Det samme gælder for de fysikfaggrupper som har et lavt internt og eksternt aktivitetsniveau.

24.4 Efteruddannelse – set med skoleledelsers øjne

Både selvevalueringsrapporter og skolebesøgenes samtaler med rektorer, ledende inspektorer og andre repræsentanter for skolen som institution viser at efteruddannelse opfattes som vigtig:

"Både for skolen og for faggruppen, er efteruddannelse essentiel".
"Efteruddannelse har stor betydning både for den enkelte og for skolen, idet læreren kan bringe inspiration med hjem til gavn for hele faggruppen og dermed til gavn for eleverne".

24.4.1 Efteruddannelse er essentiel

Skoleledelserne er opmærksomme på at efter- og videreuddannelse har flere funktioner:
"I princippet kan lærernes efteruddannelse rette sig mod en faglig opdatering, en pædagogisk/formidlingsmæssig efteruddannelse og en aktivitet, der er rettet mod den menneskelige fornyelse: en "holden sig mentalt i live"/"undgå at gå i frø" aktivitet. Og så er der alle blandingsmodellerne. Hvilken type af efteruddannelse der på et givet tidspunkt er mest behov for, afhænger af mange faktorer, bl.a. alder, kandidatalder, type af grunduddannelse, rutine. Men det skal erindres at også den sidste type aktivitet, menneskelig fornyelse, givetvis virker ind på undervisningens kvalitet, og at den i øvrigt må siges at være relevant på en skole med en aldersprofil som på [skolen]".

Når fysiklærere ønsker at komme på et eksternt kursus, skal de søge om det. Dokumentationen viser at ansøgningen stiles til og bevilges enten af rektor eller af et udvalg bestående af repræsentanter for skolens ledelse og lærerkollegiet – med en lille overvægt til rektoral afgørelse. Skolerne har nogle principper, fx et maksimum beløb for udlandskurser, en fordelingsnøgle eller "trangsprincip" der betyder at den lærer der har fået bevilget mindst til efteruddannelse, går forud for de der har fået mere. Flere giver udtryk for at skolen har en norm/regel om at information fra efteruddannelseskurserne skal kommunikeres videre til faggruppen. En regel som de anfører der ikke følges op på fra ledelsens side.

24.4.2 Efteruddannelsespolitik – på vej

Både den skriftlige og den mundtlige dokumentation viser at skolerne ikke op til nu har haft en egentlig efteruddannelsesstrategi eller politik på området: "Hidtil har efteruddannelse været et næsten frit gode på [skolen] Kun hensynet til elevernes undervisning og en meget person-skæv fordeling af midlerne har sat grænser. Initiativet kommer (næsten) altid fra lærerne". Imidlertid giver flere skoleledelser udtryk for at dette er ved at ændre sig. Dels indgår efteruddannelse som

et led i medarbejdersamtaler, dels betyder det nye lønsystem med kvalifikationsløn at en øget styring er ønskelig og nødvendig, og på skoler hvor rektor gennemfører udviklingssamtaler med de enkelte faggrupper, indgår efteruddannelse også i drøftelserne. En enkelt skole anfører at man netop er ved at vurdere den samlede efteruddannelsesaktivitet af budget- og timemæssige årsager.

Fraværet af strategi og udviklingsmål for efteruddannelsen vedrører iflg. dokumentationen primært den eksterne efteruddannelse idet mange skoler har satset en del ressourcer på skolebaseret efteruddannelse inden for IT; en udvikling de angiver vil fortsætte:

"[Skolens] IT-strategi tilsiger at vi endnu et par år må anvende betydelige ressourcer på dette område. Vi vil ligeledes fortsætte med øget opmærksomhed på det almen-pædagogiske område. En kommende stor udfordring og et kommende stort efteruddannelsesbehov er det nye pædagogikum, hvor næsten alle lærere er tænkt som vejledere i et nyt og udbygget system. Det vil nødvendiggøre en kraftig efteruddannelse i almen- og fagrelateret pædagogik".

Dokumentationen fra de skoler der forholder sig til og vurderer efteruddannelse mere detaljeret, viser lignende mål: fortsætte IT-efteruddannelsen samt videreudvikle og udvide den skolebaserede interne kursusvirksomhed med pædagogiske og fagdidaktiske emnekredse. Begrundelserne for vægtningen af den skolebaserede efteruddannelse er at det giver skolen et fælles løft, og at den er effektiv, også økonomisk set.

24.4.3 Faggruppen - en mulighed

Ud fra den opfattelse at faggruppen kan virke som en efteruddannelsesressource og som et led i udviklingen af en efteruddannelsesstrategi, har nogle skoler (en femtedel) i skoleåret 2000/2001 givet faggrupperne særlige midler med henblik på at styrke fagsamarbejdet: "Som noget nyt er fysikfaggruppen (på lige fod med andre faggrupper) i år blevet bedt om at udfærdige faggruppens efteruddannelsespolitik. Vi har endnu ikke set resultatet af ovennævnte tiltag, men vi har store forventninger til, at tiltaget vil øge effekten for faggruppen. Endvidere er der (med ny arbejdstidsaftale) lokalt afsat tid til faggruppeudvikling generelt, fysik specielt".

24.4.4 Bedre efteruddannelse – ja tak!

Skoleledelsernes opfattelse af om lærernes efteruddannelsesmulighederne er god, kan deles i to. På den side giver de udtryk for at efteruddannelsesmulighederne er gode nok, forstået på den måde at de stort set svarer til lærernes ønsker eller behov sådan som de kommer til udtryk i deres faktiske efterspørgsel efter eksterne kurser. På den anden side giver de udtryk for at der reelt er for få ressourcer til en gedigen efteruddannelse:

"Efteruddannelsesmulighederne er ikke hensigtsmæssige som forholdene er nu. Der er for få penge til kurser, fjernkurser tager tid fra undervisningen og må derfor være ret korte, og der er ikke en institutionaliseret kursus- og fagudviklingsmulighed med undervisningsfrie perioder som omdrejningscentrum".

"Generelt må dog siges for gymnasieområdet, at efteruddannelsesmulighederne er for begrænsede, og også at begrænsningerne har rod i for beskedne ressourcer. Den tilsyneladende rigelighed i kursusmuligheder ved [skolen] er jo et udtryk for, at kursus er defineret som en aktivitet på en enkelt eftermiddag eller en hel dag eller - hvis det går højt – et internatkursus over få dage. Der er ikke midler til større projekter, hvor en lærer over en længere periode frigøres helt eller delvist fra undervisning for i skoleregi eller universitetsregi at bidrage til udvikling – af sig selv og/eller andre. Grundlæggende er det en begrænsning, der kan føres tilbage til manglende ressourcer, men den giver sig også udtryk i en form for selvpålagt fantasiløshed og beskedenhed, som vi bevidst burde arbejde på at fjerne".

24.4.5 Ressourceforbrug

Skoleledelserne er i forbindelse med selvevalueringen blevet bedt om at dokumentere de økonomiske ressourcer der er medgået til efteruddannelse de sidste tre år. Det har otte ud af femten skoler gjort i et omfang så det er muligt at vise både skolens totale forbrug og fysiklærernes forbrug. Af de øvrige har fire alene oplyst skolens nuværende samlede efteruddannelsesressource, en har oplyst gennemsnittet pr. lærer i et år, og to har ikke oplyst noget desangående. Det skriftlige dokumentationsgrundlag er derfor ikke fuldt tilfredsstillende på dette punkt. På den anden side skal det pointeres at den information som kom frem på skolebesøgene, gør det muligt at give et rimeligt retvisende billede af skolernes efteruddannelsesressource og fysikfagets andel heri.

Dokumentationen viser at de ressourcer skolerne bruger på efteruddannelse, svinger meget fra år til år, og at der generelt ikke er nogle tendenser heri hverken i nedadgående eller opadgående retning. Den viser også at de ressourcer skolerne har anvendt på efteruddannelse inden for de sidste 3-3½ år, er af meget varierende størrelse. Det laveste forbrug på en skole er 150.000 kr., det højeste er 690.000 kr. - de fleste skoler har i perioden som helhed brugt fra 200.- 400.000 kr. Det er oplagt at skolestørrelsen er en væsentlig årsag til disse forskelle. Tager man højde for det, tegner der sig følgende billede: Den tredjedel af skolerne der bruger mest på efteruddannelse, bruger tre gange så meget på efteruddannelse som de to skoler der bruger mindst. En femtedel af skolerne ligger over gennemsnittet, og resten ligger under; det viser også den store variationsbredde. De skoler der bruger færrest ressourcer på efteruddannelse, er storbyskoler inkl. hovedstaden; de der bruger mest, er de jyske og den private skole.

For at få et indtryk af fysiklæreres efteruddannelsesaktivitetsniveau er det undersøgt hvilken andel af den enkelte skoles efteruddannelsesressource der er gået til fysiklærerne i de sidste 3-3½ år. Denne andelen udgør mellem 1,4% og 12%. På de fleste skoler udgør fysikfaggruppens forbrug af efteruddannelsesmidler 4-6% af skolernes samlede efteruddannelsesressource. Fysikfaggruppen udgør typisk 10-15% af et lærerkollegium, så der er tale om et 'underforbrug' hvis man deler efteruddannelsesmidlerne efter faggruppernes størrelse.[63] Det passer med det som en god del af skoleledelserne giver udtryk for, nemlig at fysiklærere generelt tager mindre på kurser end andre faggrupper eller lærerkollegiet som helhed, men også at der kan være/er store forskelle inden for gruppen.

Fysikfaggruppernes forbrug er meget forskellig fra skole til skole; den gruppe der har brugt mindst inden for de sidste tre år, har brugt 3.325 kr., den der har anvendt mest har brugt 37.000 kr. i den samme periode. Inden for de sidste tre år har fysiklærere i snit fået ca. 1000 kr. pr. år til efteruddannelse; på den skole hvor der er søgt/bevilget mindst, er beløbet 332 kr. pr. år, og på den skole hvor snittet er højest, ligger det på 5.250 kr. pr. fysiklærer pr. år. For at perspektivere dette kan det nævnes at en skole oplyser at der er 1.708 kr. pr. lærer i lærerkollegiet til efteruddannelse pr. år, en anden at der er 2.000 kr. pr. lærer fordelt med 1.000 kr. til hhv. interne og eksterne kurser, og en tredje at der normalt vil være råd til et større kursus og et eller flere mindre typisk regionale kurser pr. år pr. lærer.[64]

Fysiks/fysiklærernes beskedne træk på skolernes efteruddannelsesressourcer må ses i relation til at knap 40% af fysiklærerne iflg. dokumentationsgrundlaget ikke har deltaget i et efteruddannelseskursus inden for de sidste år, og at den mest almindelige kursusform er éndagskurser. De godt 60% der har været på kursus, fordeler sig som vist tidligere ikke jævnt på skoler og landsdele, og på den enkelte skole kan der også være store forskelle i kursushyppigheden fra lærer til lærer. Det samlede billede svarer til det som en del skoleledelser giver udtryk for, nemlig at det er deres indtryk at fysiklærere generelt deltager mindre i efteruddannelse end andre faggrupper, men også at det ikke gælder alle idet efteruddannelsesaktiviteten inden for faggruppen ofte er ulige fordelt.

Endelig skal det nævnes at enkelte skoleledelser på de skoler som har en høj efteruddannelsesaktivitet, giver udtryk for at der generelt på disse skoler er tale om en afmatning i kursusaktiviteten pga. efteruddannelsessystemets karakter (manglende frikøbsmulighed mv.), overenskomsten og timeregistreringen.

[63] Udregningen skal ikke tages som udtryk for at man bør dele efteruddannelsesmidlerne op på fag, den er alene lavet for at give et indtryk af tilbøjeligheden og niveauet i fysiklærernes efteruddannelse.
[64] De tre skoler ligger i hvert sit amt

24.4.6 Fagdidaktik og fællesstart

På fjorten ud af de femten skolebesøg indgik fysiklærernes efteruddannelse i evalueringsgruppens samtale med skolens ledelse. Den gennemgang af det skriftlige dokumentationsmateriale der var foretaget som forberedelse til skolebesøgene, pegede på at en nærmere belysning af de faglige, pædagogiske og fagdidaktiske efteruddannelsesaktiviteter og udviklingsmulighederne herfor ville være ønskelig.

Skoleledelserne giver generelt udtryk for at fysiklærerne er fagligt stærke, og at de er gode til at holde sig fagligt opdateret på egen hånd, via faggruppen og/eller kursusvirksomhed. På hovedparten af skolerne giver skoleledelserne tillige udtryk for at det pædagogiske og fagdidaktiske ikke på samme måde synes at have fysiklærernes opmærksomhed. Det sætter de i relation til følgende:

- de faglige traditioner gør fagdidaktiske refleksioner og diskussioner svære, bekendtgørelsen virker meget stram bl.a. pga. de mange redskaber der skal læres, og fysikgruppen definerer sig selv anderledes som lærere end andre faggrupper. Dette fremtræder forskelligt på forskellige skoler.
- i en begrænset interesse for og deltagelse i de pædagogiske diskussioner der foregår på skolen, i at faggruppen i modsætning til andre faggrupper ikke har søgt midler til at udvikle sig sammen, fx ved at lave kurser eller planlægge renovering af fysiksamling mv. sammen, eller/og i at faggruppen kan forekomme ret lukket. Et synspunkt der også blev fremsat fra lærerside: "Vi er nok en af de mest lukkede faggrupper på skolen". Et par skoleledelser uddyber hvori lukketheden består:

  "Der er meget enkeltstartskørsel og ikke mange fællesstarter".
  "De er gode nok hver for sig, men de er dårlige til at udvikle sig og være åbne overfor nye tiltag. Skal fysikfaggruppen lytte til didaktiske overvejelser kræver dette en didaktiker med grundigt kendskab til fysik, ellers opfatter de ikke deres viden som relevant og vil ikke blive anerkendt".

Nogle skoleledelser fortæller at de – uden effekt - har opmuntret/opfordret fysiklærere eller fysikfaggruppen til at deltage i efteruddannelsesaktiviteter der har større fokus på det pædagogiske og det fagdidaktiske og til at planlægge egne lokale efteruddannelsesaktiviteter. Opfordringer der skal ses i lyset af at skoleledelser normalt lader det være op til lærere selv at tage sådanne initiativer jf. fraværet af efteruddannelsesstrategi.

Skoleledelserne har en del konkrete overvejelser over hvordan fysiklæreres og ikke mindst fysikfaggruppers interesse for almen pædagogiske og fagdidaktiske problemstillinger kunne øges:

- Koordinere faggruppens efteruddannelsesaktivitet, herunder deltage sammen i kurser
- Tildele faggruppen ressourcer til faggruppesamarbejde

- Give faggruppen arbejdsopgaver der skal løses i fællesskab, fx IT, Internet, opbygning af hjemmesider
- Lave skolebaseret efteruddannelse for/med/i faggruppen
- Renovere samlingen og/eller de lokale/bygningsmæssige faciliteter
- Sørge for at fysiklærere indgår i teamsamarbejde på linje med andre faggrupper
- Skolebaseret efteruddannelse som bl.a. kunne bestå i at lærere taler om fagdidaktiske spørgsmål på tværs af fag, og at elever inddrages i højere grad
- Det kunne berige faget og fysiklærerne at tage over på HTX hvor mængden af alternative undervisningsformer i fysik er meget større
- De faglige foreninger kunne spille en meget vigtig rolle ved at pege på en didaktisk vinkel, dvs. vægtlægge det fagdidaktiske mere.

Nogle skoleledelserne beskriver fysikfaggruppen som meget aktiv, både udadtil og indadtil. De mener ikke "at fysikgruppen er forstenet eller lukket, som man ellers hører rundt omkring". Tværtimod er der tale om en rig kursusaktivitet og en stærk gruppe med et stort udviklingspotentiale som forholder sig meget konstruktivt overfor nye pædagogiske tiltag og skolens øvrige liv. Det skal i den forbindelse bemærkes at mange af de tiltag som er nævnt ovenfor, faktisk fungerer på de skoler hvor skoleledelser beskriver fysikfaggruppen som aktiv, internt og eksternt.

Ekstern faglig og pædagogisk aktivitet af anden art end efteruddannelse giver fysiklærerne udtryk for er vigtig for det faglige miljø i faggruppen. Skoleledelserne har vurderet om fysikfaggruppen på deres skole er aktiv i disse sammenhænge. Dokumentationen viser at en tredjedel mener at fysiklærerne på deres skole har et højt aktivitetsniveau, de er mere aktive i de nævnte sammenhænge end lærere generelt, om end der er eller kan være forskelle internt i faggruppen. En tredjedel mener at fysikfaggruppen har samme aktivitetsniveau som andre. Og en tredjedel giver udtryk for at fysiklærernes aktivitetsniveau er noget eller betydeligt mindre i de nævnte sammenhæng end andre faggruppers eller lærerkollegiets generelt. For de to førstnævnte gruppers vedkommende anfører flere skoleledelser desuden at fysikfaggruppen og dens enkelte medlemmer har været og er meget aktive med hensyn til IT på skolen, både praktisk og i form af kursusdeltagelse- og tilrettelæggelse.

24.4.7 Sammenfatning

Ekstern efteruddannelse sker normalt på lærernes eget initiativ i form af en ansøgning til rektor eller et udvalg. Efteruddannelsesmidlerne er ikke øremærket til fagene, men skolerne har forskellige regler for tildelingen, typisk ud fra en nøgle eller anden form for ligedelingsprincip.

Med hensyn til størrelsen af efteruddannelsesmidler giver skoleledelserne på den ene side generelt udtryk for at ressourcerne til efteruddannelse normalt svarer til lærernes efterspørgsel, om end man på et par skoler fortæller at man til tider overskrider efteruddannelsesbudgettet ved fx at tage pengene fra bygningsvedligeholdelse. På den anden side giver de også udtryk for at efteruddannelsesmidlerne er (alt) for begrænsede i forhold de reelle efteruddannelsesbehov.; behov som sættes i relation til alderssammensætningen i faggruppen, og de krav der er til tidssvarende undervisning, indholdsmæssigt og pædagogisk.

Skoleledelsernes oplysninger om de økonomiske ressourcer til efteruddannelse på skolerne og fysiklærernes andel heri viser

- at skolernes vilkår er meget forskellige
- at fysiklærernes træk på efteruddannelsesmidlerne er ret begrænset
- at fysiklærernes andel af efteruddannelsesmidler svinger meget fra skole til skole
- at der på en del skoler er store forskelle i efteruddannelsesaktiviteten inden for faggruppen.

Skoleledelserne giver udtryk for at den faglige, pædagogiske og didaktiske efteruddannelse er vigtig, ja essentiel, både for de lærere der deltager, for undervisningen, for faggruppen og for skolen som helhed. Skoleledelserne giver generelt udtryk for at den enkelte fysiklærer er god til at holde sig fagligt ajour med udviklingen inden for sit fag, samt at de på en del skoler har spillet en betydningsfuld rolle i forbindelse med implementeringen af IT. Samtidig giver de som helhed udtryk for en vis bekymring omkring efteruddannelsesmulighederne og den faktiske efteruddannelse, både generelt og på en del skoler specifikt vedr. fysiklærernes efteruddannelsesaktivitet. Bekymringen drejer sig primært om fysikfaggruppers begrænsede interesse for almenpædagogiske og fagdidaktiske emner. Da mange skoleledelser ser faggrupper som en afgørende faktor for en udvikling af lærerrollen der på sin side har betydning for den enkelte lærer, for undervisningen og for skolen, ses det som særligt problematisk hvis faggruppen som sådan har en begrænset interesse i den pædagogiske og fagdidaktiske efteruddannelse.

Det fremgår at skolerne hidtil ikke har haft en samlet efteruddannelsesstrategi- eller politik. Flere skoleledelser anfører at dette forhold er under forandring, dels pga. det nye lønsystem/ kvalifikationsløn, dels pga. de faktiske stigninger i efteruddannelsesbehovene, og endelig fordi skolerne pædagogisk bevæger sig væk fra "den privatpraktiserende lærer". Den skolebaserede efteruddannelse er vokset særligt inden for IT-området gennem de sidste små 10 år, heri har fysiklærerne mange steder spillet en aktiv rolle. Udviklingstendenserne heri synes at være en vis generel ændring i synet på efteruddannelse fra et privat gode til et skolemæssigt/kollektivt ansvar samt et øget fokus på faggruppesamarbejde, herunder bl.a. ekstra ressourcetilførsler til dem og fx krav om at udforme en efteruddannelsespolitik for faggruppen.

24.5 Fysiklæreres efteruddannelse – set med elevøjne

I to tredjedele af elevernes selvevalueringsrapporter skriver de om fysiklæreres efteruddannelse, og eleverne er også kommet ind på det under skolebesøgene. Det er især i Fortælling tre, dvs. i den del af deres selvevalueringsrapport hvor eleverne kommer med forslag til hvordan undervisningen i fysik kunne blive rigtig god, at de gør sig nogle overvejelser om efteruddannelse. Eleverne angiver både almene, faglige, pædagogiske og didaktiske grunde til at lærere skal have efteruddannelse.

- Nogle beskæftiger sig mest med nogle almene og faglige grunde til efteruddannelse:
  "Videre- og efteruddannelse af læreren giver vedkommende ny inspiration, som så kan reflekteres i undervisningen". "Når det gælder den teoretiske gennemgang, så virker fysikundervisningen traditionel og en smule gammeldags. Det er meget sjældent at lærerne benytter IT, hvilket især burde indgå i et så teknisk fag. Kravene til eleverne er anderledes nu, og denne udvikling burde undervisningen følge". Eleverne giver udtryk for at det er krævende for læreren at følge meget med i hvad der sker i faget, men også at det kan virke engagerende på eleverne.

- Elevernes begrundelser – skriftligt som mundtligt - for efteruddannelse af lærere handler dog især om det pædagogiske og didaktiske:
  "Undervisningen kunne forbedres ved efteruddannelse af lærerne, så de hele tiden finder ny inspiration, og ikke kører sur i de samme emner og undervisningsmetoder år efter år. For er læreren selv inspireret, vil han ofte bedre kunne inspirere eleverne.
  Det ville også være en god ide, at lærerne fik mere undervisning i at undervise - de kan deres stofområde, men det ville være godt, hvis de lærte mere pædagogik og bedre indlæringsmetoder. Læreren skal huske at variere timerne mellem fx, at eleverne hører på læreren og arbejder i grupper. Ellers kan det hurtigt blive kedeligt, og eleverne mister interessen.
  Det er lærerens opgave at give eleverne udfordringer men også huske, at niveauet skal lægges rigtigt. Det er vigtigt at få alle elever inddraget i undervisningen, så de ikke giver op og mister interessen. Læreren skal ikke kun spørge de elever, som kan finde ud af det, men også prøve at hjælpe dem, som ikke er så stærke i faget.

  Det, der også kunne være en mulighed, er, hvis læreren fik materialer om alle nye former for de udviklinger, der er sket indenfor det pensum, man nu skal gå igennem. Eksempelvis hvis man har om kvantemekanik, så er læreren sjældent klar over, hvad der er sket siden 1995 og er derfor ikke up to date med det nye".

  "Lærernes faglige og pædagogiske kunnen er meget vigtigt for elevernes indlæring og interesse for faget. Derfor er efteruddannelsen betydningsfuld faktor. Læreren kunne jævnligt tilbydes

pædagogikumkurser efter endt uddannelse. Dette kunne evt. medføre at flere elever blev inddraget i undervisningen".

- Nogle begrunder det mere specifikke forhold såsom det sproglige udtryk og formidlingsevnen:
  "Det er ofte tiltrængt med et skrivekursus for lærerne, hvor de kan lære at skrive på tavlen, så man kan læse det!! De kunne også trænge til at lære 'elev-sprog', i stedet for fagsprog, da dette vil fremme forståelsen hos eleverne markant. Derefter har elever en bedre forudsætning for at lære fagsproget, når læreren kan forklare det på elevens eget sprogniveau".
  " Nogle lærere kunne have brug for et kursus i pædagogik. Læreren skal kunne undervise, så det interesserer eleven og gøre undervisningen let forståelig, fx ved at forklare ting ud fra noget eleven kender".

- Nogle tager afsæt i en sammenligning med lærere i andre fag:
  "Af en eller anden grund er det en udbredt opfattelse, både i og uden for gruppen at fysiklærere generelt er dårligere end andre lærere til at lære fra sig. Stoffet i fysik er måske også svært at formidle, da der jo er tale om ret "tørt" stof. De er generelt meget upædagogiske, og har det med bare at stå oppe ved tavlen og køre deres eget løb, uden at lægge mærke til at der måske ikke er mere end en 2-3 elever, der kan følge med. Efter vores mening ville det være en rigtig god ide at sende lærerne på nogle kurser, eller give dem efteruddannelse. For det hjælper altså ikke, at en fysiklærer er nok så klog, hvis han/hun ikke kan finde ud af at lære fra sig. Det lyder måske som om vi er forvænte, men der er altså virkelig behov for at lærerne gør faget mere interessant og spændende.

  Selvom læreren er helt inde i faget og mener, at det er det nemmeste fag overhovedet, skal det lige huskes, at der altså sidder nogle elever nede bagved, som har svært ved at følge med. I fysik bliver det nemlig tit sådan, at det er de elever, der er helt med på hvad der foregår, som bestemmer tempoet. Og resten af klassen må så bare forsøge at følge med".

  Og endelig indgår læreres alder/aldersforskellen mellem lærere og elever som et led i elevernes begrundelse for læreres efteruddannelse:
  " Der er tale om en klar generationskløft. De ældre lærere bør komme på nogle korte intensive kurser hvor de lærer nutidens pædagogik og ungdommens tone. Dette vil formentlig forbedre undervisningen, da der bliver bygget en bro over generationskløften".
  "Den enkelte lærer kan tage flere kurser i, hvordan man gør indlæringen for eleverne nemmere, og det vil, i takt med at lærerne bliver udskiftet på grund af alderdom, gavne undervisningen generelt". Andre hæfter sig ved at yngre lærere er mere fleksible i deres opfattelse af eleverne - man bliver ikke så nemt sat i bås - og ved at ældre fysiklærere har brug for kurser i IT.

24.5.1 Sammenfatning

Elevernes begrundelser for efteruddannelse er at det kan virke inspirerende på lærerne, og at det kan være med til at forandre undervisningen. De mener at efteruddannelse af lærere kan bevirke større aktualitet i undervisningen og øget brug af IT i timerne. Men først og fremmest ser de efteruddannelse som et middel til en ændre på undervisningsformen; her fokuserer eleverne på større mulighed for aktiv elevdeltagelse og dialog, både med læreren og indbyrdes. Midlet hertil er iflg. eleverne at undervisningen skal indeholde flere forskellige arbejdsformer, og at læreres sproglige formidling - skriftligt og mundtligt - af det faglige stof skal blive bedre sådan at alle/flere elever får interesse for og udbytte af undervisningen. Set med elevers øjne er efteruddannelse af pædagogisk og didaktisk art ønskelig og nødvendig for fysiklærere i alle aldre: "Kurser for lærerne i diverse forhold (eks. engagement, tavleorden og pædagogik)" Eller anderledes:

"Fysiklærerne har brug for efteruddannelse. Ikke direkte med hensyn til faget fysik, men med hensyn til at formidle stoffet til eleverne og gøre undervisningen bedre".

24.6 Konklusion og anbefalinger

Det er evalueringsgruppens opfattelse at fysiklærere generelt sørger for deres fysikfaglige opdatering, herunder deltagelse i kurser om faglige emner, brug af IT mv.
Samtidig er det dog evalueringsgruppens opfattelse at efteruddannelsesaktiviteten blandt fysiklærerne generelt er for begrænset, samt at den i for lille omfang omhandler pædagogiske og fagdidaktiske spørgsmål og problemstillinger. Situationen skyldes efter vores vurdering en kombination af et for ringe/lille kursusudbud om disse forhold i kombination med at de søges i for begrænset omfang af fagets udøvere.

Den interne efteruddannelse der foregår på skolerne, finder evalueringsgruppen er vigtig fordi den netop omhandler og fokuserer på de pædagogiske og almen didaktiske emner og problemstillinger som er af afgørende betydning for den udvikling af fysikfaget som er beskrevet andre steder i evalueringen. I den forbindelse vurderer evalueringsgruppen eksemplerne på skolebaseret efteruddannelse i fysik specielt positivt.

Det er evalueringsgruppens opfattelse at det øgede fokus skoleledelser retter mod faggrupper in casu fysik, har et godt udviklingspotentiale, dels pga. faggruppens oplagte om end ikke altid erkendte fælles interesser, dels pga. indførelsen af årsnorm og kvalifikationsløn. Evalueringen har imidlertid vist at fysikfaggruppen på de enkelte skoler er meget forskellige med hensyn til aktivitetsniveau, lyst til samarbejde mv.

Det er endvidere evalueringsgruppens opfattelse at midlerne til efteruddannelse er for begrænsede i forhold til de behov for efteruddannelse der reelt er tale om, men som det nuværende efteruddannelsessystem ikke synliggør. Det er vores vurdering af den faglige, pædagogiske og fagdidaktiske udvikling der er brug for i fysikfaget, forudsætter nogle efteruddannelsesressourcer på et ganske andet niveau end de nuværende.

Anbefalinger

Evalueringsgruppen anbefaler at der etableres et større sammenhængende fagdidaktisk efteruddannelsesprogram for fysiklærere af et betydeligt omfang der fx kan omfatte korte kurser, studiekredsarbejde og netbaserede konferencer og at det økonomiske grundlag herfor tilvejebringes. Det anbefales endvidere at fysiklærere på kortere sigt tilbydes kompetencegivende videreuddannelse i naturfagsdidaktik i form af diplom- eller masteruddannelser.

Evalueringsgruppen anbefaler at der i en længere årrække afsættes centrale midler til styrkelse af de skolebaserede fagdidaktiske udviklingsprojekter der kan formidles til en bredere kreds gennem foreningsbaserede seminarer og kurser. Udviklingsprojekterne bør forskningstilknyttes til naturfagsdidaktiske forskningsmiljøer ved universiteterne.

Evalueringsgruppen anbefaler skoleledelsen at yde den fagdidaktiske udvikling generelt større opmærksomhed gennem fx udviklingssamtaler, uddannelsesplaner for fysiklærernes efter- og videreuddannelse, faggruppesamtaler og foranstaltninger til støtte for samarbejdet i faggruppen.

Evalueringsgruppen anbefaler at fysiklærernes tilbydes mere efteruddannelse inden for områder af moderne fysik og teknologi og inden for tværvidenskabelige områder.

25 Kvalitetssikring

Det er karakteristisk for det almene gymnasiums institutioner, dvs. den enkelte skole, at den indberetter om en række forhold til hhv. Undervisningsministeriet og skoleejerne, dvs. amterne for 14 af de 15 skoler der indgår i evalueringen. Til ministeriet vedrører det primært forhold omkring undervisning og eksamen, til skoleejerne drejer det sig især om ressourcemæssige/økonomiske forhold. For begge instanser gælder at indberetninger og anden form for dokumentation om skolen også kan omhandle andre forhold. Nogle af disse forhold er indgået i evalueringen med fokus på og udgangspunkt i fysikfaget og behandlet i tidligere kapitler i evalueringsrapporten, fx de fysiske forhold og økonomiske ressourcer.

Dette kapitel omhandler forskellige typer af tiltag og kvalitetssikringsmekanismer, nemlig udvalgte sider ved censorinstitutionen, to af Undervisningsministeriets udviklingsprojekter på det almen gymnasiale område (KUP og Standarder og profiler) samt det ministerielle tilsyn, herunder især fagkonsulentinstitutionens betydning. Kapitlets sidste afsnit handler om fysiklærernes syn på fagbilaget i fysik, idet synet på fagets bekendtgørelse kan ses som et vigtigt led i sikringen af fagets kvalitet i praksis.

De nævnte forhold er behandlet i lærernes og skoleledelsernes selvevalueringsrapporter ud fra de spørgsmål der indgik i selvevalueringsmaterialets spørgeguide. For nogle spørgsmåls vedkommende er dokumentationen yderst begrænset idet fysikfaget ikke indgår i nævneværdigt omfang; det gælder fx for Standarder og profiler. Derimod er dokumentationen vedr. det ministerielle tilsyn og lærernes syn på fagets bekendtgørelse udmærket da der er bidrag fra alle skoler.

25.1 Censorinstitutionen

Fysiklærerne, dvs. de af dem der er skriftlige censorer, er blevet bedt om at vurdere om der er et eller flere af de bedømmelseskriterier der indgår ved hhv. skriftlig studentereksamen og ved større skriftlig opgaver, som påkalder sig opmærksomhed, positivt eller negativt. Det gennemgående svar er at bedømmelseskriterierne er gode nok, og at de ikke volder problemer. Nogle nuancerer deres opfattelse ved at påpege at bedømmelseskriterierne er velegnede i forhold til

karakterfastsættelsen fordi det enkelte opgavesæt ved studentereksamen indeholder flere taxonomiske niveauer hvoraf nogle kan honoreres af alle elever og andre af mere fagligt velfunderede elever. Flere anfører at de er helt enige i de konklusioner der fremgår af den undersøgelse der er foretaget af studentereksamenssættet fra 1998.[65]

Med hensyn til større skriftlig opgaver omtales to problemområder, opgaveformuleringen og bedømmelsen af elevens selvstændighed: "Områdeformuleringerne er tit uden mening og ofte skrevet på efter man reelt har valgt opgaveformuleringen. Jeg har oplevet områdeformuleringer som: Kernefysik!! Opgaveformuleringerne er nogle gange meget lukkede og uden progression. (Det kan også være meget svært at imødekomme elevernes ønske mht. til emne og indenfor det apparatur skolen råder over, at formulere en opgave efter gældende krav). En oplagt løsning ville være at sætte flere ressourcer af til denne fase af opgaveskrivningen. Et andet problem er at opgavestillerne ofte udleverer bilag uden at nævne det i opgaveformuleringen. Her tænkes specielt på øvelsesvejledninger". (Jf. kapitlet om større skriftlig opgave hvor selvstændighedsproblematikken og opgaveformuleringerne behandles).

25.1.1 Sammenfatning

Bedømmelseskriterierne som sådan påkalder sig ikke negativ opmærksomhed, tværtimod beskrives de som velegnede i forhold til opgavetyper og karakterfastsættelsen. Det gælder i særlig grad for opgavesættene til skriftlig studentereksamen.

25.2 To udviklingsprojekter

Undervisningsministeriets to udviklingsprojekter KUP (KvalitetsUdviklingsProjekt) og "Standarder og profiler" har iflg. dokumentationen fra de 14 af skolerne ikke haft nogen særskilt betydning for fysikfaget. Dog påpeges det at i det omfang de to projekter har haft generel betydning for skolen, har de, eller kan de også have haft betydning for fysikfaget. I den forbindelse fortæller én skole at gennemførelsen af "Standarder og profiler" betød at skolen fik fokus på sin IT-udvikling, hvilket også blev til gavn for fysikfaget idet faget fik forskelligt udstyr. På den femtende skole er fysik indgået både i KUP og i "Standarder og profiler". Om KUP-forløbet angiver skolen følgende: " Skolen deltog i KUP i 1991, hvor bl.a. den dårlige lokalesituation blev påpeget i rapporten (s.35-36). Som tidligere nævnt er lokaleforholdene ikke væsentligt forbedret". I "Standarder og profiler" indgik fysik sammen med dansk, historie og musik, og skolen rettede i den forbindelse henvendelse til Undervisningsministeriet og Evalueringscentret med henblik på igangsættelse af et udviklingsarbejde; en henvendelse skolen oplyser de aldrig har modtaget svar på.

[65] *Jf. Eksamensopgaver i fysik – en analyse af opgavesættet ved skriftlig eksamen maj 1998, Uddannelsesstyrelsen/Det gymnasiale område okt. 2000 s. 26*

25.2.1 Sammenfatning

Dokumentationen giver ikke anledning til at slutte at de ministerielle udviklingsprojekter, KUP og "Standarder og profiler", har haft nogen særskilt betydning for fysikfaget eller for fysikfagets udvikling. Dels fordi faget i meget lille omfang har været direkte inddraget i disse projekter, dels fordi der har manglet opfølgning i forhold til den skole hvor fysik er indgået i disse projekter.

25.3 Det ministerielle tilsyn

Spørgsmålene om det ministerielle tilsyn handler især om fagkonsulentinstitutionen, og det er også den lærere og ledelser beskriver og vurderer i selvevalueringsrapporterne. Knap halvdelen af fysiklærergrupperne beskriver kommunikationen med Undervisningsministeriet/fagkonsulenten som rutinemæssig, skriftlig og envejs idet kontakten består i deres indberetninger om læse- og eksamenspensum; flere af dem anfører at andet ikke har været nødvendigt. De øvrige beskriver kontakten som god, og at indholdet af den og intensiteten i den varierer over tid. Dokumentationen viser at ikke mindst deltagelse i forsøgs- og udviklingsarbejde i faget giver en tæt/tovejs kommunikation mellem en skoles fysikfaggruppe og fagkonsulenten som opleves som givende; lignende konsekvenser angives der at kunne være ved deltagelse i kurser, møder, opgavekommission, bestyrelsesposter i den faglige forening o.l. Ud over personlig kontakt giver flere lærergrupper udtryk for det positive i at kommunikationen med fagkonsulenten også foregår/kan foregå via netbaserede konferencer og fagets hjemmeside. Den positive holdning over for det ministerielle tilsyn viser sig også i forhold til fagkonsulentens besøg på den enkelte skole: "Et 4 timers besøg. Overværede undervisning i 2 timer. Derefter møde med hele fysikfaggruppen i 2 timer. Almen drøftelse af fagets indhold, specielt blev de seneste bekendtgørelsesændringer drøftet. Det var rart at se fagkonsulenten og høre om de tanker og ideer, der rører sig i fysikfaget". Nogle giver udtryk for at de gerne så et besøg af fagkonsulenten på skolen; det sker fx på denne måde: " Faggruppen har, så vidt vi husker, ikke haft besøg af fagkonsulenten i de år de nuværende lærere har undervist på stedet (op til 32 år)!" Andre giver udtryk for bekymring over nedskæringen af fagkonsulentstaben og glæde over at fysik stadig har en fagkonsulent, om end han også har fået flere opgaver, nemlig som fagkonsulent for teknikfag og astronomi.

Skoleledelsernes opfattelser af det ministerielle tilsyn svarer til lærernes. På det konkrete plan giver de udtryk for stor tilfredshed med samarbejdet med fagkonsulenten, fx om indførelse af astronomifaget, udviklingsarbejde, byggeprojekter og indkøb af eksperimentelt udstyr. På det generelle og overordnede plan giver de tillige direkte og klart udtryk for at fagkonsulentinstitutionen er vigtig både for lærerne og for skolerne. Stort set alle skoleledelserne skriver herom, og de følgende udsagn er typiske:

"Skolen opfatter det ministerielle tilsyn som særdeles væsentligt for indholdet og udviklingen i gymnasieskolen og beklager de tendenser, der har været tydelige gennem de seneste år, med at ressourcemangel har indskrænket det ministerielle tilsyns- og inspirationsarbejde til et minimum. Det er afgørende, at der afsættes flere ressourcer (penge/personer) i ministeriet for at etablere mere inspirationskontakt til de enkelte skoler !!"

"Der er ingen tvivl om, at det ministerielle tilsyn kunne forbedres via en styrkelse af fagkonsulentkorpset".

"Det er afgørende for gymnasieskolens kvalitet, at det centrale pædagogiske tilsyn ikke svækkes ved nedskæring i antal og tid for fagkonsulenterne. De udgør det centrale element i det netværk af ressourcer i form af opgavekommission, fagligt udvalg, faglige forening, fagligt tidsskrift, efteruddannelse m. v. som under et er et særkende for den danske gymnasieskole og som sikrer kvalitet".

25.3.1 Sammenfatning

Dokumentationen fra både lærerside og ledelsesside viser at fagkonsulentinstitutionen opfattes som vigtig både som inspiration for lærerne, som kontrollant af indberetninger og dermed fagets kvalitet, som konsulent i forhold til udviklingsarbejde og bygge/renoveringsprojekter, og de vurderer fagkonsulentens varetagelsen af disse funktioner positivt. Samtidig giver især skoleledelserne udtryk for bekymring pga. de nedskæringer der gennem en årrække har fundet sted i ressourceforbruget til fagkonsulentvirksomheden, samt en tilsvarende bekymring for at dette evt. vil fortsætte; noget der skønnes at ville kunne få alvorlige konsekvenser for kvaliteten af det almene gymnasium som sådan.

25.4 Amtslige og andre udviklingsprojekter

På seks af skolerne indgår fysik i amtslige udviklingsprojekter. De drejer sig bl.a. om temaet "Krop og energi"; broprojekter mellem gymnasier og folkeskoler hvor lærerne gensidigt overværer hinandens undervisning; naturvidenskab i Vestjylland og en ordning hvor et amt har stillet PC'er til rådighed for lærerne hjemme sådan at de via denne deltager i en netbaseret kursusvirksomhed. Der er også udviklingsprojekter i andet regi, fx EU i form af deltagelse i Comenius-programmet om energi og andre internationale projekter med deltagelse fra flere lande, samt Learning Lab. Det er ikke muligt ud fra dokumentationen at tegne noget samlet billede af disse projekters hensigt eller betydning. Dog synes der at være tale om en vis aktivitetsophobning på visse skoler, forstået på den måde der på ca. en tredjedel af skolerne ikke angives at være nogle udviklingsprojekter hverken i undervisningsministerielt, amtsligt eller andet regi, mens der på godt. en tredjedel er udviklingsprojekter inden for mindst to af dem.

25.5 Fagets bekendtgørelse – en ramme

I lærernes selvevalueringsrapporter forholder de sig til fagbilagets forskellige sider, fagets indhold, det eksperimentelle arbejde mv. Evalueringsrapporten dokumenterer disse opfattelser. Herudover er lærerne blevet bedt om give deres generelle vurdering af Gymnasiebekendtgørelsens bilag 14, dvs. fagbilaget i fysik. Spørgsmålet i lærernes selvevalueringsguide lød: "Hvordan opfatter I set under et fagbilaget i fysik – som en spændetrøje eller det modsatte? Begrund svaret".

To skolers fysiklærergruppe har ikke svaret på spørgsmålet. To svarer ja. De øvrige elleve svarer nej, nogle dog med visse forbehold. Når fagbekendtgørelsen opleves som en spændetrøje, begrundes det på denne måde: "Antal emner for stort; ringe mulighed for at dyrke valgfrie emner, at gå i dybden med udvalgte emner, at "spilde tid" på at eksperimentere med nye undervisnings- og arbejdsformer osv. – Derimod ønsker vi ikke, at man reducerer den faglige fordybelse – tværtimod". Den anden skoles fysiklærergruppe anfører det samme, samt at det skriftlige pensum på højniveau er alt for stort, samt at indkørslen af IT til den skriftlige eksamen ikke gør problemet mindre.

Begrundelserne fra de der svarer nej med forbehold, er:
"Finder det [fagbilaget] rimeligt. Meningerne svinger fra god mulighed for selvstændig planlægning til ønsket om større frihed så der blandt andet bliver større praktisk mulighed for projekter. Skal man nå det obligatoriske stof, skal man behandle nogle af punkterne i fagbilaget mere overfladisk end der lægges op til i lærebøgerne. En reduktion af holdstørrelsen ville give luft til flere projekter. Mærkeligt at astronomi ikke er med".

"Der er forskellige modstridende synspunkter. Det er på en måde et gode at fysik har en fælles kerne på alle gymnasier, men der er så mange emner, at det er umuligt (og vel heller ikke meningen) at nå i dybden med alle emner. - Man er ofte præget af lærebogens fortolkning af et emne, og lærebøgerne behandler som regel alle emner grundigt, det gælder altså om at anlægge sin egen fortolkning. Hvilket så ofte vil kræve, at man selv fremstiller materiale. - Den skriftlige eksamen på højniveau er særdeles styrende for undervisningen på dette niveau".

En del af de der svarer at fagbilaget ikke er en spændetrøje, har den samme vurdering af lærebøgernes betydning som anført i citaterne ovenfor. Nogle giver udtryk for at en større grad af frihed ville være rart, men de flestes vurdering er at fagbilaget er en fornuftig ramme med (tilpas) mange frihedsgrader både ift. det faglige indhold, tilrettelæggelsen af undervisningen mv. Nogle mener tillige at fagbilaget er nødvendigt for at holde en national standard som på sin side er hensigtsmæssig i forhold til elevers evt. skoleskift og forudsætninger for at starte på en videregående uddannelse. Dette er i al sin korthed en meget typiske vurdering af fagbilaget:

"Fagbilaget opleves ikke som en spændetrøje, men blot som en målbeskrivelse, der sikrer en nødvendig standard for fysikfaget i gymnasiet".

En lærergruppe gør sig desuden nogle overvejelser over en alternativ måde at skrive fagbilaget på: " Det er muligt, og nok også i tidens ånd, at man i stedet for krav om bestemte emner, kræver bestemte **kompetencer** af eleverne".

25.5.1 Sammenfatning

Dokumentationen viser at fagets bekendtgørelse ikke generelt opfattes som begrænsende, om end visse sider opfattes som for styrende subsidiært som havende for små frihedsgrader; her nævnes det skriftlige arbejde på højniveau af flere. Der er samtidig en vis opmærksomhed på at det måske snarere er lærebøgerne i faget der kan virke begrænsende frem for fagets bekendtgørelse. Derudover er der en opfattelse af at fagbilaget er vigtigt som en national standard for faget.

25.6 Konklusion og anbefalinger

Det er evalueringsgruppens opfattelse at de bedømmelseskriterier der anvendes ved eksamen i fysik på begge niveauer, er relevante og bruges med omtanke. Det gælder også for større skriftlig opgave idet vi finder det naturligt at bedømmelsen af en opgave af denne karakter rejser nogle spørgsmål der ikke indgår i bedømmelsen af mere standardprægede opgaver.

Evalueringsgruppen tager til efterretning at de ministerielle udviklingsprojekter, KUP og "Standarder og profiler", ikke ud fra den foreliggende dokumentation kan ses at have haft nogen særskilt betydning for fysikfaget eller for fysikfagets udvikling. Samtidig anser evalueringsgruppen det for positivt hvis fysik i større grad inddrages i denne type af projekter.

Det er evalueringsgruppens opfattelse af fagkonsulentinstitutionen udgør en essentiel del af det ministerielle tilsyn med det almene gymnasiums fysikundervisning. Ud over at kontrollere indberetninger vedr. læse- og eksamenspensa hvilket vi opfatter som et uhyre vigtigt led i sikringen af kvaliteten i fysikfaget i det almene gymnasium, er fagkonsulentens virke afgørende ikke bare som inspirator og igangsætter for fysiklærerne, men også som faglig konsulent for skolernes ledelser i forbindelse med fagligt-pædagogisk udviklingsarbejde og i bygge/renoveringsprojekter med relevans for fysik og andre naturvidenskabelige fag. Evalueringsgruppen deler derfor til fulde bekymringen for at den udvikling i bemandingen af fagkonsulentinstitutionen der har fundet sted de senere år, vil være til stor skade for både uddannelsens og undervisningens kvalitet, ikke mindst hvis udviklingen fortsætter i samme retning.

Det er evalueringsgruppens vurdering at fagets bekendtgørelse skaber en udmærket ramme om undervisningen i fysik selvom vi er opmærksomme på at dens opbygning og ordvalg kan bevirke at den opfattes som stram. Vi kan i hvert fald konstatere at fagets bekendtgørelse i kombination med fagets traditioner gør at mange lærere føler en forpligtelse til at gennemgå samtlige af bekendtgørelsens emner på samme måde og med samme dybde. Et forhold vi finder uheldigt og som vi andre steder i evalueringen giver nogle anbefalinger i forhold til. Evalueringsgruppen er tillige af den opfattelse at fysiklærernes syn på fagbilaget i fysik udgør et vigtigt led i sikringen af fagets kvalitet, og finder det derfor positivt at fagbilaget tages så alvorligt som tilfældet er.

Anbefaling
Da det er evalueringsgruppens opfattelse at fagkonsulenter er et yderst centralt element i det netværk af ressourcer i form af opgavekommission mv. som er med til at sikre kvaliteten i fysikfaget, og da ressourcerne til fagkonsulentinstitutionen er for begrænsede i forhold til den udvikling der forestår for fysikfaget, anbefaler evalueringsgruppen Undervisningsministeriet at styrke fagkonsulentinstitutionen i form af flere timer og mandskabsforøgelse.

26 Problemer og visioner

I det afsluttende spørgsmål i den spørgeguide som fysiklærere og skoleledelser har brugt i selvevalueringen, bliver de bedt om at tage begrundet stilling til om fysikfaget er i krise på deres skole, eller om det trives.[66] Herudover er de blevet bedt om at angive hvilke udviklingsmuligheder de ser for faget. Kapitlet første del indeholder de beskrivelser og vurderinger som lærere, skoleledelser og elever har givet, anden del indeholder to sammenfatninger med fokus på hhv. fagets tilstand (krise-trivsel), og tredje del indeholder evalueringsgruppens konklusioner om fagets tilstand og visioner for dets udvikling set i relation til læreres, elevers og skoleledelsers udsagn herom.

Dokumentationen
Spørgsmålene belyses i samtlige evalueringsrapporter. Mange skoleledelser skriver fyldigt både om fagets tilstand og dets udviklingsmuligheder. Lærerne skriver typisk lidt kortere – nogle skriver mest om det de ser som årsager til fagets tilstand generelt, andre skriver mere om fagets udviklingsmuligheder. Elevernes selvevalueringer (fortælling 1 og 2) handler om fagets tilstand, men ikke direkte om problematikken trivsel-krise, og de vil derfor ikke blive inddraget her. Derimod vil fortælling 3 blive inddraget da den indeholder elevernes visioner for fysikfaget. Samtaler om fagets tilstand og udviklingsmuligheder indgik også i skolebesøgene, så samlet set er dokumentationen solid.

26.1 Læreropfattelser

26.1.1 Trivsel og krise
"NEJ, det er ikke i krise. Vi er klar over, at der en visse problemer, men en egentlig krise er der ikke tale om". Dette korte svar illustrerer den generelle tendens i fysiklærernes udsagn, men variationen i opfattelserne er ret bred. Fysiklærerne på en enkelt skole svarer direkte at faget er i krise, både på deres skole og generelt, en anden beskriver kun fagets generelle situation. De øvrige udsagn kan deles i to. Syv skoler giver eksplicit udtryk for at faget trives på deres skole, seks andre giver udtryk for at faget ikke er i krise på deres skole. Det fremgår af lærernes øvrige

[66] *Den lidt spidse formulering krise-trivsel er valgt for at angive et spektrum af muligheder*

udsagn at der ligger en lidt mere positiv opfattelse af fagets situation bag udtrykket 'trives' end bag udtrykket 'ikke i krise'.

Blandt de der giver udtryk for at faget trives på deres skole, argumenteres der på følgende måder: flertallet af de elever der har fysik, klarer sig faktisk ret godt til eksamen; en del elever oplever faget som en stor og god udfordring; en del elever vælger hvert år en videregående naturvidenskabelig uddannelse; fysik deltager i forsøg og andet fagligt udviklingsarbejde, og de har glæde af det kollegiale samarbejde i fysiklærergruppen. Det skal bemærkes at rekrutteringen til højniveau stort set ikke nævnes som "trivselsparameter" af disse skoler selvom der både indgår skoler med lav, middel og høj grad af rekruttering til fysik højniveau.

Blandt de der giver udtryk for at faget ikke er i krise på deres skole, optræder der ikke argumenter desangående, det konstateres blot. Derimod forholder godt halvdelen af dem sig til rekrutteringsproblematikken. En enkelt skole forholder til sig et specifikt område: "Målt efter antallet af elever, især piger, der vælger fysik på højt niveau er faget i krise på [skole]. Men vurderer man efter andre kriterier, ser billedet meget broget ud". De øvrige forholder sig mere generelt fx ved at vurdere at selvom antallet af højniveauelever på skolen er faldet, er andelen stadig pæn eller ved at påpege at rekruttering til højniveau ikke bør være det eneste parameter for fagets tilstand.

Uanset om lærernes konklusion lyder at faget trives, er i krise eller både/og, beskriver og forholder de sig i langt højere grad til de generelle problemer omkring fysikfaget end til de positive sider ved fagets nuværende situation. Følgende problemer nævnes af mange (angivet efter hyppighed):

- Elevernes forudsætninger fra grundskolen: "Manglende elementære færdigheder (særligt matematiske) bevirker, at fysikken undertiden kan "drukne" i besværet med at håndtere matematiske formler og symboler".
- "Mange elever får aldrig føling med faget. Bl.a. derfor vælges højniveau kun af relativt få". Elevernes frustrationer pga. arbejdet med modeller og matematik i faget.
- Faget er lavt prioriteret og/eller har lav status blandt eleverne.
- Svært at skabe et godt undervisningsmiljø pga. høje klassekvotienter og de fysiske forhold. For få ressourcer som bl.a. bevirker manglende apparatur til helt moderne fysik.
- Den stramme bekendtgørelse. - Nogle synes især bekendtgørelsen er uhensigtsmæssig på obligatorisk niveau, andre ikke: " Faget blev oplevet svært i 1970'erne og 80'erne, og det gør det åbenbart stadig, trods en meget tydelig og forsat sænkning af abstraktionsniveau og formindskelse af pensum. Men i sig selv er "sværhed" ikke et mål for et fags eventuelle krise, og i hvert fald oplever vi ikke obl. faget som specielt kriseramt".

- For lidt tid til faglig fordybelse
- Endelig nævner nogle at de lange naturvidenskabelige uddannelsers optagelseskriterier også har betydning for at elever ikke vælger fysik højniveau.

26.1.2 Udviklingsmuligheder

To tredjedele af skolerne har overvejelser om fagets udviklingsmuligheder. Mange forholder sig især til de punkter der er nævnt ovenfor, men andre forhold inddrages også. Nogle er ret konkrete i deres ønsker til fagets udviklingsmuligheder, andre har mere langsigtede og visionære mål.

"Det er svært at se nogle banebrydende løsningsmuligheder. Udvikling af nye arbejdsformer, undervisningsforløb, fagligt indhold og faglige krav vil være vigtige elementer. Men det vigtigste enkeltstående element er en opkvalificering af elevernes matematiske grundkunnen og fornemmelse for matematisk/naturvidenskabelig tankegang. Det kunne evt. tale for, at fysik først påbegyndes et halvt år inde i 1.g. Men det er næppe nok!"

Nogle specificerer deres ønsker til de faglige krav, herunder IT's betydning herfor: "Det er vigtigt, at vi sikrer eleverne en sammenhængende forståelse, så fysikken ikke fremstår som en række af usammenhængende facts. IT i det rette tempo , så lærere, programmer og bevillinger kan følge med". "… en computer til hver elev vil kunne fokusere på det fysiske problem i stedet for det regnetekniske. Visualisering af det matematiske og fysiske vil give helt nye muligheder".

Andre har visioner der også vedrører undervisningens tilrettelæggelse og fagets image: "Havde vi tid nok, kunne vi vel gøre mere ved: planlægning sammen med eleverne; jævnlige evalueringssamtaler med hver enkelt elev; støtte den enkelte elevs metakognition; læse flere tekster fra aviser og tidsskrifter og tage på flere ekskursioner. Havde vi grupperum og bedre laboratorieområder og mere udstyr foruden mere tid kunne vi også lave mere projektarbejde (eksperimentelt eller anden form); i højere grad integrere IT; tage på flere virksomhedsbesøg. Havde vi mere spændende miljøer omkring fysikundervisningen, kunne vi måske også give faget et mere attraktivt, varmt og menneskeligt image".

Der er også visioner for lærernes udviklingsmuligheder: "Gymnasielærerne er generelt fagligt veluddannede, men den didaktiske og pædagogiske udvikling skal sikres. Dels gennem ugentlige møder mellem kollegerne og dels gennem efteruddannelse".

Og endelig tegner fysiklærergruppen på en skole en overordnet pædagogisk vision: "Måtte eleverne i fremtiden ikke starte i jordniveau, men starte i hovedhøjde og ende på skuldrene af læreren".

26.2 Ledelsesopfattelser

26.2.1 Trivsel og krise

En enkelt skoleledelse giver eksplicit udtryk for "at fysikfaget på skolen er i krise, alene af den grund, at det ikke i år har været muligt at oprette et højniveauhold i fysik". Men generelt giver skoleledelserne udtryk for at faget ikke er i krise på deres skole.

" I vores arbejdsgruppe mener vi ikke, at fysikfaget er i en egentlig krise; men vi har nok en opfattelse af, at faget har nogle problemer specielt af rekrutteringsmæssig art". En skoleledelse hæfter sig i den forbindelse ved at antallet af højniveauelever er blevet halveret på tre år. Andre retter fokus mod kønsaspektet: " Fysikfaget er ikke i krise på [skolen], men det er et problem , at mange matematiske piger ikke vælger faget på højniveau". Dokumentationen viser at den generelle vurdering blandt skoleledelserne er at fysikfaget i det almene gymnasium ikke er i krise, men at der er en række problemer som giver stof til eftertanke og vækker bekymring: "Afsluttende vil jeg mene, at fysikfaget hverken er i krise eller trives godt. Det er ikke tilfredsstillende, når gode kolleger er bekymrede over deres fags muligheder i gymnasiet og når et faldende antal unge ser udfordringen i fysik".

Det er karakteristisk for skoleledelsernes vurdering af fysikfagets situation, herunder rekrutteringsproblematikken, at den ikke ses isoleret i forhold til fagets situation på den enkelte skole, men at den sættes ind i en bredere sammenhæng: " Vi tror ikke, at det er fysikfaget isoleret set, der er i krise, men derimod de naturvidenskabelige fag generelt. - Det er et generelt problem i den vestlige verdens samfund, at så relativt få unge mennesker vælger de naturvidenskabelige fag i skolen og senere på de videregående uddannelser. Det er svært at give nogen entydig forklaring på dette forhold; men en del af forklaringen ligger nok i, at flere unge i dag i højere grad er interesserede i at finde ud af sig selv. Verden i dag er mere indviklet, end den var for 10-15 år siden, der er mange flere valgmuligheder end før, og en hel række af de faste værdier er smuldrende. Der tales om, at de store ideologier eller fortællinger er faldet. Til sammen betyder de sidste årtiers store forandringer, at unge mennesker står mere alene i deres valg af liv og holdninger, og det kan være medvirkende til, at de søger over mod de fagområder, der traditionelt arbejder med og kan give dele af svar på de store menneskelige spørgsmål som: Hvem er jeg, hvorfor er jeg her, hvor skal jeg hen. Altså typisk fagområder, der sætter jeget i centrum;

det gør de naturvidenskabelige fag ikke i samme grad. Der arbejdes med verdensbilleder, men ikke med tilværelsesbilleder".

Opfattelsen af at fysikfagets situation kan ses i en kulturel/samfundsmæssig kontekst, giver flere skoleledelser udtryk for; andre sætter det ind i en strukturel/uddannelsespolitisk sammenhæng:
"Fysikfaget i gymnasiet er ikke i krise. Der er derimod snarere tale om en strukturel krise i uddannelsessystemet som helhed. Fraværet (og dette gælder mange fag) af en fælles forståelse af kernefaglighed og hermed sammenhængende nationale standarder fra bund til top i uddannelsessystemet - i kombination med en diffus ansvarsfordeling i mellem, stat, amter og kommuner skaber mange problemer".

Nogle skoleledelser omtaler forhold der er knyttet mere direkte til fysikfaget i gymnasiet:
"Den største problem ser vi dog i bekendtgørelsen for faget fysik".
"Faget i gymnasiet opleves som svært og meget teoretisk orienteret. Der er trods laboratorieøvelserne mv. for ringe kobling mellem praksis og teori i den daglige undervisning, formentlig fordi der er for lidt tid i forhold til stramme bekendtgørelseskrav. Faget har i mange unges bevidsthed et meget 'nørdet', 'untrendy' og usexet image (hvilket bl.a. medierne og reklameindustrien har et ansvar for). Måske derfor er det upopulært hos pigerne".
"Der er, som vi ser det, i højere grad en tradition i fysik for at fastholde faget som videnskabsfag end i andre gymnasiefag. Det har givetvis nogle fagligt positive sider, men det gør faget svært som formidlingsfag".

Som for lærernes vedkommende er det især problemerne der beskrives, men samlet set viser skoleledelsernes selvevalueringsrapporter og udsagn på skolebesøgene at de vurderer følgende som positivt: en passende andel af eleverne vælger fysik højniveau; mange elever klarer sig ganske godt til eksamen i faget; en del elever oplever faget som en stor og god udfordring, og en del vælger efter gymnasiet en videregående uddannelse inden for et naturvidenskabeligt fagområde. Herudover ser de det som et udtryk for faglig trivsel når fysik/fysiklærere deltager i forsøg og andet fagligt udviklingsarbejde, og når faggruppen fungerer godt og inspirerer hinanden.

26.2.2 Udviklingsmuligheder

Skoleledelsernes forestillinger om fysikfagets udvikling vedrører både faget, undervisningen, lærernes efteruddannelse, fagets ressourcer og nogle uddannelsesstrukturelle forhold.

"Vi ser lyst på fremtiden. En lang række initiativer viser, at lærerne er villige til at arbejde med fagets undervisningsformer. Her skal blot nævnes fagpakken og Learning Lab. Det faglige samarbejde fungerer også godt….eksempler på emner er koordinering af undervisningen i 1.g og demonstration af nye fysikapparater. Det kan også nævnes at der i faggruppen har været

almindelig enighed om at gå positivt ind i denne evaluering og bruge den til at skabe en endnu bedre fysikundervisning. Et af de områder, det er nødvendigt at forbedre, er en mere systematisk elevevaluering. Den mere løse evaluering, der finder sted nu i form af samtaler med eleverne, prøver osv. bør forbedres. Der er fysiklærere, der foretager en mere systematisk evaluering, og de må så lære de øvrige, hvordan det gøres med et godt resultat. - Der ligger også et stort arbejde i at skabe nogle gode kontakter til det omliggende samfund fx skoler, virksomheder og læreranstalter. En af skolens fysiklærere arbejder med kontakt med DTU, og vi håber, at dette samarbejde vil blive frugtbart. - Når de nuværende projekter slutter, og der er overskud til nye initiativer, håber vi at fysiklærerne kan finde et større projekt at samles om. Dels for at gøre faget synligt på skolen, og dels for at eleverne gerne skulle se glade fysiklærere arbejde med deres fag på skolen".

"Det er synd at sige nej til fagpakker; men det er samtidig klart, at fagpakken er med til at begrænse faget og fastholde det som et svært fag. Hvad gør man mellem Scylla og Charybdis? Jo, man manøvrerer, som Odysseus gjorde. En mulig sejlrute er den at gøre fysik mere bundet til ord. Læring og erkendelse sker bedst med ord. Er noget læst eller forklaret stof overhovedet forstået, hvis eleven ('lørneren') ikke kan forklare det videre? Det at omsætte til sprog er den centrale del af erkendelsesprocessen. Det er derfor givetvis en god ide at arbejde med sprog, dvs. fx inddrage skrivepædagogikkens gode værktøjskasse i den daglige undervisning og at fokusere på rapporten ikke kun som en rapport, men som en fysikfortælling med en hypotesedannelse, der får karakter af en problemformulering. Den traditionelle, skemaorienterede fysikrapport befordrer ikke megen erkendelse i sin facitorienterede form. Det vigtige ligger i at eleven ikke bare forklarer hvad, men i lige så høj grad hvordan. "Hvorfor"-siden er straks mere vanskelig. Et hvorfor mht. til at vælge religion/ livsholdning, groft sagt, er naturligvis ikke fysikfagets opgave, men et hvorfor, der giver en metakognitiv vinkel på det, der arbejdes med/er arbejdet med , er en gevinst for enhver rapport eller opgave. - Konklusionen kunne altså lyde, at fysikfaget med fordel kunne prøve at komme eleverne i møde i deres bestræbelser på at finde erkendelse i en verden, der er blevet porøs. Dette skal naturligvis ske, uden at faget giver køb på sin matematiske side. At lave en ny syntese ud fra disse forhold kunne være fagets udviklingsopgave i de kommende år".

Herudover nævner skoleledelserne andre former for forsøgs- og udviklingsarbejde, nemlig tværfaglig undervisning og lærersamarbejde: "Øget forsøgs- og udviklingsarbejde kunne rumme muligheder for at bringe faget positivt ind i elevernes bevidsthed". "Dialog med ikke blot fysikfaggruppen, men med hele naturfagsfløjen, om en langtidsstrategi kunne sætte fokus på fagets stærke og svage sider på skolen".

Ændringer i fagets bekendtgørelse nævnes af nogle skoleledelser:
"En slækkelse af omfangskravene og detailstyringen vil give nogle positive muligheder".

"Hvis der er flere elever der skal fanges af faget, skal det gøres mere nutidigt, dvs. bekendtgørelsen skal skrives om, så det ikke fra starten drejer sig om fx mekanik, som for de fleste elever er en dræbende kedsommelig disciplin. Man må gå tættere på dagligdagen, og arbejde mere projektorienteret. Men det forbyder mængden af krævet stof i bekendtgørelsen, idet denne mængde ikke kan nås, når eleverne skal prøve selv at erfare sig frem uden kraftig lærerstyring".

Af dokumentationen fremgår det at skoleledelserne sætter fagets udviklingsmuligheder i relation til et øget brug af forskellige typer ressourcer, både pga. fysiklærernes øgede deltagelse i faglig og pædagogisk efteruddannelse, dels pga. forbedringer af lokale- og andre fysiske forhold.
"Det ville også være en ressourcekrævende proces. Og her er det et problem for faget, at det er et relativt ressourcekrævende fag i en skoleform, hvor traditionen (og økonomien) er rettet ind mod bøger, kridt og tavle. Vi tvivler på, at 50-60.000 kr., som faget fysik har kunnet få om året her ved [skolen], ville være tilstrækkelig til undervisningsmateriale og udstyr (nyindkøb, forbrug og vedligehold) til en tilsvarende gruppe af elever i en anden type teknisk eller naturvidenskabelig uddannelse. Såfremt faget skal revideres, må ressourcerne indtænkes".

Nogle skoleledelser sætter fagets udviklingsmuligheder ind i en strukturel eller politisk kontekst:
"For os er det vigtigt, at der er indholdsmæssig sammenhæng på langs i uddannelsessystemet, dvs. i overgangen fra barneskolen til folkeskolens ældste klasser og herfra til gymnasiet - og herfra til de videregående uddannelser. Denne sammenhæng er især vigtig i fysik og andre naturvidenskabelige fag. Det problem kan ikke løses med den nuværende struktur og kan ikke løses af gymnasiet alene"

26.3 Elevopfattelser

Dokumentationen vedr. elevernes syn på fagets udviklingsmuligheder ligner både lærernes og skoleledelsernes. Anden del af elevernes selvevalueringer handler om de problemer eleverne ser ved fysikfaget og ved fysikundervisningen. Deres synspunkter herom fremgår mange steder i evalueringsrapporten, og samlet set er de at læse i evalueringens bilagsbind. Men kort sagt synes de fagets problem er at der arbejdes for ensformigt med stoffet, at stoffet ikke tilrettelægges og formidles på en interesseskabende og udbyttegivende facon, og at de som elever har for lille indflydelse på måderne og det der arbejdes med.

Tredje del af elevernes selvevaluering handler om deres visioner for faget, deres forestillinger om det 'gode fysikfag' og den 'gode fysikundervisning'. Mange af elevernes opfattelser herom fremgår andre steder i evalueringsrapporten, og i deres helhed fremgår de af rapportens bilagsbind. Men kort og godt er fokus i elevernes vision ønsket om øget variationen i fagets

indhold og arbejdsmåder. Essensen i elevernes vision for fysik fremgår af denne ligefremme konklusion i en elevrapport:

- "Fysiklærerne har brug for efteruddannelse. Ikke direkte med hensyn til faget fysik, men med hensyn til at formidle stoffet til eleverne, og gøre undervisningen spændende.
- Mere tværfaglig undervisning ville være en forbedring. Her menes både samarbejde i de naturvidenskabelige fag og på tværs af de resterende fag.
- Materialerne skal være "up to date", og der skal bruges mere IT i undervisningen".

26.4 Sammenfatning – fagets tilstand

Samlet set vurderer fysiklærere og skoleledelser at der er nogle problemer i og omkring faget, men at det ikke er i krise på deres skole, nogle skriver direkte at det trives; kun en skoleledelse og en lærergruppe fra to forskellige skoler beskriver faget som i krise på deres skole og generelt. Generelt ligner skoleledelsers og fysiklæreres udsagn hinanden derved at de især forholder sig til de problematiske sider ved fagets situation generelt, mens de i mindre omfang forholder sig til fagets situation på egen skole. De problemfelter lærere og skoleledelser forholder sig til, er i vid udstrækning de samme, men de årsager der angives at ligge bag og vægtningen af dem afspejler en lidt forskellig optik.

De forhold de forholder sig til, er fagets bekendtgørelse, undervisningsmiljøets fysiske sider, rekrutteringen til fysik-højniveau, elevers forudsætninger og mødet mellem elever og fag.

Mange fysiklærere og skoleledelser vurderer bekendtgørelsen som stram og emne/ stofophobningen som medvirkende årsag til at tiden til faglig fordybelse bliver (for) knap. Nogle skoleledelser hæfter sig herudover ved at fysik i højere grad end mange andre af gymnasiets fag fremtræder mere som videnskabsfag end som skolefag.

Lærere og skoleledelser er enige om at forhold i undervisningsmiljøet har betydning for hvordan faget trives. De problemer der omtales i dokumentationen, er høje klassekvotienter, manglende apparatur og utilfredsstillende fysiske forhold.

Både lærere og skoleledelser vurderer at rekrutteringen til højniveauet er et problem, og nogle hæfter sig i den forbindelse især ved matematikerpigernes (fra)valg. Dog giver flere skoleledelser i højere grad end lærerne udtryk for at en meget lav rekruttering eller fald heri gennem flere år, er et krisetegn. Lærerne forklarer rekrutteringsproblemet med de lange videregående uddannelsers (manglende) krav om højniveau i fysik og med elevernes forhold til faget - det er teoretisk, krævende, og der er ingen status i at tage faget. Skoleledelserne forklarer det snarere med fagets image – det opleves som nørdet, umoderne og hverdagsfjernt.

Både lærere og skoleledelser giver udtryk for at mødet mellem fag og elever ofte er vanskeligt. Lærernes vurderinger går på at det er arbejdet med modeller og matematikken i faget der skaber frustrationer; et problem der iflg. lærerne forstærkes af elevers mangelfulde elementære regnefærdigheder subsidiært skyldes en mangelfuld matematik/regneundervisning i grundskolen. Skoleledelsernes overvejelser over mødet mellem elever og fag er af to typer. En konkret som går på at elevernes opfattelse og prioritering af faget skyldes at det er meget teoretisk, og at koblingen mellem teori og praksis ser ud til at være svær at etablere selvom der indgår eksperimentelt arbejde. En generel som sætter mødet mellem fag og elever i relation til kulturelle/samfundsmæssige og strukturelle forhold, fx at mange unge pga. kompleksiteten i det moderne liv søger tilværelsesbilleder snarere end verdensbilleder som er det fysik kan give.

26.5 Sammenfatning - udviklingsmuligheder

Samlet set viser dokumentationen at fysiklærere og skoleledelser på mange måder har de samme mål for fagets udvikling, og de anviser til dels de samme midler for at nå målene. Det samme gælder for eleverne. Men ligesom for vurderingerne af fagets tilstand gælder det her at de tre gruppers optik på visse punkter er forskellig.

Generelt angiver fysiklærerne disse mål for fagets udvikling: at elever opnår større sammenhæng i deres fysikforståelse, herunder en bedre fornemmelse for naturvidenskabelig tankegang og opkvalificering af elevernes matematiske kunnen; nogle nævner desuden at elever skal have mulighed for at udvikle større selvstændighed. Herudover skal lærerne sikres en tidssvarende pædagogisk og didaktisk udvikling. For eleverne er det overordnede mål en større variation i faget, både indholds- og undervisningsmæssigt.

Set fra skoleledelsernes side er målene for fysikfagets udvikling: at bringe faget positivt ind i elevernes bevidsthed, og at faget skal møde eleverne i deres bestræbelser på at finde erkendelse i en verden der er porøs. Derudover er det målet at skabe glade fysiklærere der ikke er bekymrede på deres fags vegne og at gøre faget (mere) synligt på skolen. På sigt og i samarbejde med andre dele af uddannelsessystemet er det desuden målet at skabe sammenhæng i de naturvidenskabelige fag på langs af uddannelsessystemet.

Fysiklærere, skoleledelser og elever ser udviklingen af undervisnings- og arbejdsformer som meget vigtigt. Fx ved at øge det tværfaglige samarbejde både med beslægtede og andre fag, ved at styrke eksterne aktiviteter bl.a. via kontakter til virksomheder og videregående uddannelser samt ved at styrke andre former for fagligt forsøgs- og udviklingsarbejde fx gennem at udvikle fysiks kvalitative sider i undervisningen, dvs. større vægtlægning på sprogliggørelse i/af fysikfaget. Udvikling af IT og mere tidssvarende undervisningsmaterialer anfører eleverne som vigtige, det

samme gør lærerne som tillige anfører at det skal ske i et ordentligt tempo sådan at lærere, programmer og bevillinger kan følges ad. Herudover omtaler et par skoleledelser systematisk evaluering som led i udviklingen af faget.

I forlængelse heraf anfører lærere, skoleledelser og elever at lærernes faglige og pædagogiske udvikling og efteruddannelse skal sikres, såvel internt på skolen som i form af eksterne kurser, samt at en udvikling af fysikfaget af alle de nævnte grunde vil betyde et øget behov for økonomiske ressourcer.

Set i fugleperspektiv er det fælles for dokumentationen om fagets tilstand og fagets udviklingsmuligheder at fysiklærerne primært forholder sig til faget, undervisningsbetingelserne og elevers forhold til faget, eleverne forholder sig til faget, undervisningen og lærerne, mens skoleledelserne forholder sig til faget set i relation til elever, lærere, skolen og nogle eksterne forhold.

26.6 Evalueringens konklusion

I det afsluttende spørgsmål i spørgeguiderne til lærere og ledelser opfordres de til at relatere deres overvejelser og vurderinger til den øvrige del af deres selvevaluering. Det spor følger evalueringsgruppen idet vores vurderinger af fagets tilstand og af de udviklingsmuligheder elever, lærere og skoleledelser anfører, vil blive relateret til de konklusioner, vurderinger og anbefalinger som evalueringsrapporten i øvrigt indeholder.

Det er evalueringsgruppens opfattelse at fysikfaget i det almene gymnasium har en række potentialer og styrker, men også udviser visse problemer og krisetegn.

- Trivselskriterier
  Ligesom lærere og skoleledelser er det evalueringsgruppens opfattelse at det er tegn på trivsel i faget at ganske mange elever klarer sig godt til eksamen i faget, at en del elever oplever faget som en stor og god udfordring, at en del elever efter gymnasiet vælger en videregående uddannelse inden for et naturvidenskabeligt fagområde, at der foregår forsøgs- og udviklingsarbejde i faget på skolen, og at faggruppen fungerer godt og inspirerer hinanden. Det er evalueringsgruppens vurdering at disse kan fungere som relevante succeskriterier hvis de bruges med omtanke på den enkelte skole.

  Dokumentationen, undersøgelsen og evalueringen af fysik i det almene gymnasium fremtræder sådan hvis man anvender kriterierne: ca. hver femte elev på matematisk linje oplever faget som så stor/god en udfordring at de ønsker det på højniveau; rekrutteringen til hovedparten af de

naturvidenskabelige uddannelser bliver i almindelighed betragtet som utilfredsstillende, men unge med en matematisk studentereksamen søger i højere grad end andre disse videregående uddannelse. Det gælder især de der har haft fysik (og matematik) højniveau i gymnasiet; knap en tredjedel af skolerne har forsøgs- og udviklingsarbejde i fysik; mange faggrupper har et godt praktisk samarbejde og en videreudvikling heraf med fysikfaglige, pædagogiske og fagdidaktiske områder kunne virke berigende.

- Fagets bekendtgørelse og timetal
  Skoleledelser og lærere giver udtryk for at fagets bekendtgørelse er stram, og de ser en ændring heri som en forudsætning for fagets udvikling. Som det fremgår andre steder i evalueringen, er det også evalueringsgruppens opfattelse at fagbilaget med fordel kunne udformes anderledes, fx mht. detaljeringsgrad ol. På den anden side er det vores opfattelse at det snarere er den faglige tradition, dvs. den måde fagbilaget læses og bruges på, der virker som en spændetrøje for undervisningen og fagets udvikling. En ændring i den gængse/traditionelle fagforståelse anser evalueringsgruppen for at være et langt sejt, men nødvendigt træk som både skal finde sted på den enkelte skole, via den faglige forening og i dialog med undervisningsministeriet/ fagkonsulenten.

  Ikke desto mindre mener evalueringsgruppen at fagets timemæssige rammer bør genovervejes – ikke med udgangspunkt i at få bedre tid til "alt det man plejer at gøre", men i lyset af ønsket om mere differentierede arbejdsformer og kraftigere fokus på perspektiver, formidling og tværfaglighed.

- Eksamensform og indhold
  Evalueringsgruppen finder at den nuværende skriftlige eksamen på højniveau er med til at fastholde undervisningen på det obligatoriske niveau i en tradition med al for stor vægt på bestemte sider af kernestoffet, bestemte opgaveformer osv. fordi en del af kernestoffet fra obligatorisk niveau indgår som forudsætning for arbejdet med den skriftlige dimension (opgaver) på højniveau. Evalueringsgruppen finder det uheldigt at eksamensformen på højniveau (for de få der vælger det) bruges som argument for at fastholde bestemte områder af kernestoffet på det obligatoriske niveau med en sådan vægt og fordybelse at det kan komme til at blokere for fx arbejdet med perspektiver, formidling og IT-anvendelse. Herved kommer undervisningens praksis i modstrid med fagbilagets intentioner.[67]

[67] *Jf. kapitel 10.5*

Med hensyn til eksamen på det obligatoriske niveau bør Undervisningsministeriet arbejde med en videreudvikling af eksamensformen så eksamen ikke bliver en bremse for den nødvendige udvikling af faget. Der skal arbejdes på at eksamen i højere grad kommer til at afspejle bredden i indholdet (kernestof, perspektiver, formidling, IT-anvendelse) og variationen i arbejdsformerne, herunder forskellige typer af eksperimenter, projekter, rapporter mv.

- Materielle betingelser, herunder IT
  Evalueringsgruppen deler elevers, læreres og skoleledelsers vurdering af de problemer undervisningsmiljøet frembyder i form af for små, få og på anden vis uhensigtsmæssige lokalemæssige forhold, utidssvarende og mangelfuldt udstyr til det eksperimentelle arbejde, den forholdsvis svage brug af IT samt de for begrænsede ressourcer til undervisningsmaterialer, herunder ikke mindst bøger. Det samme gælder opfattelsen af at en udvikling på disse områder er en forudsætning for at udforme en tidssvarende fysikundervisning der kan gøre fysikfaget mere vedkommende for en større del af eleverne i det almene gymnasium samtidig med at de tilegner sig former for viden og færdigheder der er relevante for at forstå verden af i dag, og som tillige skaber et godt grundlag for at starte på og gennemføre en videregående uddannelse. I konsekvens af disse vurderinger har evalueringsgruppen fremsat en række anbefalinger direkte møntet på de her omtalte forhold.[68]

- Efteruddannelse og kompetenceudvikling
  Evalueringsgruppen deler til fulde elevers, fysiklæreres og skoleledelsers opfattelse af at fysiklærernes efteruddannelse især inden for de pædagogiske og didaktiske områder, men også inden for IT og andre faglige perspektiver, er utilfredsstillende, samt at en udvikling og modernisering af faget og undervisningen har øgede efteruddannelsesmuligheder som forudsætning og konsekvens. Derfor er der udformet specifikke anbefalinger på netop dette område.[69]

- Øget ressourceniveau
  Etablering af en rimelig standard for lokaler og undervisningsmateriel, herunder øget brug af IT, en modernisering af faget og udvikling af tidssvarende undervisning hvor en væsentlig faktor er bedre efteruddannelsesmuligheder for lærerne, forudsætter som lærere og især skoleledelser anfører tilførsel af flere økonomiske ressourcer. Det er evalueringsgruppen enig i - med den tilføjelse at det ikke er tilstrækkeligt med ekstra ressourcer for et år eller to; det der er behov for er

[68] *Jf. kapitel 6 og 22*
[69] *Jf. kapitel 23*

en generelt højere ressourcetilførsel til gymnasierne end den der er tale om i dag og har været i en årrække. Evalueringsgruppen har derfor udformet anbefalinger på dette område.[70]

- Elevforudsætninger
  Elevers forudsætninger i matematik og regning er et problem som elever, lærere og skoleledelser har forholdt sig til i selvevalueringsrapporter og ved skolebesøgene, og især lærerne forholder sig også til det i deres konkluderende overvejelser om fagets tilstand og udviklingsmuligheder. Evalueringsgruppen er enig i at elevernes matematiske og regnemæssige færdigheder er et alvorligt problem og har derfor udformet en anbefaling desangående.[71] Samtidig skal det understreges at den modernisering af fysikfaget som evalueringen lægger op til, betyder at de færdigheder og den viden som eleverne kommer med i 1.g såsom nysgerrighed over for faget, kendskab til eksperimentelt arbejde og projektarbejde og øvelse i gruppesamarbejde i højere grad forventes at blive brugt konstruktivt i gymnasiets fysikundervisning. En opkvalificering af elevers færdigheder i matematik/regning i kombination med de beskrevne ændringer i lærings- og kundskabssynet vil betyde at mødet mellem fag og elever ændrer sig.

- Rekruttering til højniveau
  Evalueringsgruppen er enig i at rekrutteringen til højniveau fysik ikke kan ses som det eneste parameter for kvaliteten af undervisningen på obligatorisk niveau, men må samtidig konstatere at det er et krisetegn hvis faget år efter år vækker stadig færre unge mænds og kvinders interesse på en sådan måde at de ønsker at opnå det højeste niveau i det almene gymnasium; heri ligger også at det er bekymrende når skoler ikke har mulighed for at tilbyde elever der ønsker det, undervisning på højniveau.

- Mødet mellem elever og fag
  Elevers indgangsforudsætninger/matematikproblemet og rekrutteringen til højniveau viser nogle mere konkrete sider ved mødet mellem eleverne og faget. Herudover har især skoleledelserne i deres konklusioner nogle overvejelser af mere overordnet karakter desangående. Det ene sæt af overvejelser handler om at den faglige tradition i skolefysikfaget ser ud til at besværliggøre det møde mellem fag og elever som er nødvendigt for at (flere) elever får forståelse for fysik, samt ser faget som en personlig, erkendelsesmæssig og nyttig udfordring. Det synspunkt deles af evalueringsgruppen med den tilføjelse at centrum for/i dette møde er undervisningen med dens to typer af nøglepersoner, læreren/lærere og elever. Det er lærerens ansvar at begrunde og fortolke faget ud fra et kendskab til elevernes forudsætninger, hvilket kræver dialog og faglig omsorg for

[70] *Jf. kapitel 22 og 24*
[71] *Jf. kapitel 2-4, 8, 20*

den enkelte elev og for gruppen/r af elever. Processer der efter evalueringsgruppens opfattelse kræver en øget inddragelse af aktuelle emner og fagets perspektiver samt et øget fokus på de pædagogiske og fagdidaktiske problemstillinger og dermed lærernes efteruddannelse.[72] Det andet sæt af overvejelser går på at skabe større sammenhæng i undervisningen i fysik - og andre naturvidenskabelig fag – på langs i uddannelsessystemet, bl.a. ved at fokusere på kernefagligheden. Dette synspunkt finder evalueringsgruppen yderst sympatisk og relevant ikke mindst set i lyset af de naturvidenskabelige fags rekrutterings- og/eller 'imageproblemer' i kombination med de i samfundet eksplicit udtrykte ønsker om at flere unge bør vælge naturvidenskabelige fag.

- Potentialer og styrker
  Det er evalueringsgruppens vurdering at der i og omkring fysikfaget er forståelse for og ressourcer til at udvikle faget på de måder som evalueringsrapporten anfører, og som i kort form fremgår af konklusionerne ovenfor. Fagets potentialer og styrker er:

- Fysiklærerne er en veluddannet og engageret faggruppe som også har ydet væsentlige bidrag til skolernes generelle udvikling, her tænkes særligt på IT. Faggruppen har på en del skoler et rigt og på flere måde udviklende samarbejde hvis indhold og former kan bruges af andre hvis de fik kendskab til det; her tænkes fx på skolebaseret efteruddannelse initieret og implementeret af fysikfaggruppen. De fleste fysiklærere giver udtryk for at de gerne deltager i mere og bedre efteruddannelse. På skoler der har fået nye bygninger eller renoveret faglokalerne har fysiklærere vist faglig og pædagogisk fantasi i indretningen af dem. Mange giver udtryk for at de gerne vil arbejde mere med IT, perspektiver og udadvendte aktiviteter samt styrke det tværfaglige samarbejde og fagets eksperimentelle side – hvis de turde for eksamen og bekendtgørelsen. De senere år har flere end tidligere deltaget i forsøgs- og udviklingsarbejde.

- En anden afgørende styrke for fagets udvikling er eleverne. Evalueringen har vist at elever – også de der ikke er vilde med fysik – er nysgerrige og har sans for fagets potentialer, de viser lyst til at gå i dialog med læreren og til at arbejde i faget – læse nye bøger, skrive, deltage i eksperimenter, projekter, ekskursioner og tværfaglig undervisning. Evalueringen viser også at elever er ressourcestærke og selvbevidste, samt at de er meget bevidste i deres valg eller fravalg af fysik.

- Evalueringen viser at skoleledelser er meget interesserede i at fysikfaget trives, og mange er både indstillet på og har rent faktisk gjort noget/meget ekstra for at bedre fagets betingelser. De

[72] *Jf.kapitel 6,7,10, 11, 14-19, 21*

refleksioner om faget og dets praksis som fremgår af skoleledelsernes selvevaluering og de efterfølgende samtaler ved skolebesøgene, indeholder et stort potentiale hvis de bringes i dialog med fysikgruppen. Fx i udviklingssamtaler med faggruppen hvor ledelsen fungerer som 'kritiske venner' for faggruppen i spørgsmål af didaktisk, pædagogisk eller anden skolemæssig art. Skoleledelserne er opmærksomme på fysiklæreres efteruddannelsesbehov og klar over fysikfagets/de naturvidenskabelige fags særlige lokale- og ressourcebehov pga. det eksperimentelle arbejde.

- Nogle amter/skoleejere har gennem særlige bevillinger vist konkret forståelse og ansvar for de naturvidenskabelige fags særlige ressourcebehov. Men evalueringsgruppen antager at alle skoleejere ikke blot er interesserede i, men også føler et ansvar for at unge mennesker der går i det almene gymnasium, får en tidssvarende fysikundervisning der kan medvirke til at styrke tilgangen til de naturfaglige uddannelsesområder. De anbefalinger vedr. forbedringer af de fysiske forhold og øgede økonomiske ressourcer som indgår i evalueringen, antages derfor at kunne føre til konkrete tiltag, herunder en generel ressourceudvidelse på de omtalte områder.

- De faglige fora fysiklærere er medlemmer af og forholder sig til, her tænkes ikke mindst på den faglige forening og foreningens blad, er og har altid været en afgørende faktor for fysikfagets udvikling og for fysiklærerne. Det er derfor evalueringsgruppens opfattelse at de spor som evalueringen af fysikfaget i det almene gymnasium lægger ud, vil komme til at indgå i den faglige foreningsarbejde på flere måder, fx i form af artikler i foreningens blad og mødevirksomhed.

- Universiteternes centre og institutter der har fokus på naturfagenes didaktik, vil også kunne spille en aktiv rolle i fysikfagets udvikling i samarbejde med fysiklærerne.

- Industrierhvervene og andre dele af dansk erhvervsliv har generelt og gennem konkrete initiativer vist stor interesse for unges valg af matematiske, naturvidenskabelige og tekniske uddannelser. Erhvervslivet og dets organisationer som er afhængige af fysikere og teknikere, må påtage sig et betydeligt større og mere forpligtende ansvar for et nært samarbejde med gymnasieskolen. Fysik i gymnasiet har et stort potentiale hvis faget åbnes mere op og bringes i kontakt med virkeligheden på danske højteknologiske virksomheder, private som offentlige. Både fysiklærerne, eleverne og skoleledelserne ønsker samarbejdet styrket. I praksis er det nemmere sagt end gjort at få samarbejdet etableret på grund af den erhvervsstruktur vi har i Danmark præget af mange små og mellemstore virksomheder der har svært ved at afsætte de nødvendige ressourcer på samarbejdet med skolen. De store erhvervs- og brancheorganisationer - herunder Dansk Industri - bør derfor forstærke og udvide samarbejdet med Fysiklærerforeningen både i centralt og lokalt regi og afsætte ressourcer hertil. Det kan være i form af efter- og videreuddannelse af fysiklærerne på

virksomhederne eller gennem udviklingsarbejder som lokalt afsøger mulighederne for et tæt samarbejde mellem virksomhed og gymnasium, og for at mindre grupper af elever i kortere tid kan gennemføre projekter og opgaver på en virksomhed.

- Udviklingsprogrammet for ungdomsuddannelserne har allerede udløst meget forsøgs- og udviklingsarbejde i fysik. Den nytænkning af fysikfaget som mange af disse projekter er udtryk for, falder godt i tråd med denne evaluerings konklusioner og anbefalinger.

Så, ja, fysikfaget og fysiklærere har styrken - potentialerne ligger i samspillet mellem fysiklærere, elever, andre fag, skoleledelser, skoleejere og …...

Rapporter fra EVA

Danmarks Evalueringsinstitut har tidligere udgivet:

- *Skriftlige opgaver og vejledning*, december 2000, ISBN 87-7958-001-7
- *Social- og sundhedshjælperuddannelsen*, 2001, ISBN 87-7958-003-3
- *Socialrådgiver- og socialformidleruddannelserne*, 2001, ISBN 87-7958-008-4
- *Samarbejde og sammenhænge*, 2001, ISBN 87-7958-010-6
- *Sammenhænge og samspil,* 2001, ISBN 87-7958-011-4
- *Basisuddannelserne*, 2001, ISBN 87-7958-013-0

Rapporterne kan læses på EVA's hjemmeside www.eva.dk eller købes hos:

Statens Information
Publikationsafdelingen
Kigkurren 10
Postboks 1300
2300 København S

T 33 37 92 28
F 33 37 92 80

E sp@si.dk
H www.si.dk