

KONFERENCE

gymnasiefysikken og den store verden

-forslaget til nyt pensum
i fysik sæt "udefra"!

lørdag den 14. juni, kl. 9³⁰ - 17³⁰.

roskilde universitetscenter, bygning 01.

fysiklærerforeningen

imfufa, ruc

TEKSTER fra

IMFUFA

ROSKILDE UNIVERSITETSCENTER

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

IMFUFA, Roskilde Universitetscenter, Postbox 260, 4000 Roskilde

GYMNASIEFYSIKKEN OG DEN STORE VERDEN

Fysiklærerforeningen, IMFUFA, RUC.

IMFUFA tekst nr. 123/86

101 sider.

ISSN 0106-6242

ABSTRACT:

I efteråret 1984 udsendte fysiklærerforeningens styrelse et forslag til pensum i fysik i gymnasiet til debat.

I håb om at inspirere debatten også med henblik på en kommende gymnasiereform, afholdt fysiklærerforeningen og IMFUFA en konference, der satte sig som et mål at belyse, hvordan gymnasiefysikken ser ud for personer, der ikke har det som job at undervise i fysik i gymnasiet. Hvilke almendannende og studieforberedende kvaliteter har og bør fysikundervisningen have set fra England, fra erhvervslivet, fra andre skoleformer, fra andre fag osv.?

Der var indbudt en række personer uden for fysiklærerkredse, som blev bedt om at komme med

"umiddelbare reaktioner på forslaget til nyt pensum i fysik og de refleksioner over fysikundervisning, det giver anledning".

Den foreliggende tekst er en rapport fra konferencen med samtlige indlæg og et resumé af paneldiskussionen.

KONFERENCE

gymnasiefysikken og den store verden

-forslaget til nyt pensum
i fysik set "udefra"!

lørdag den 1. juni, kl. 9³⁰ - 17³⁰.
roskilde universitetscenter, bygning 01.

fysiklærerforeningen
imfufa, ruc



INDHOLDSFORTEGNELSE

Forord og program Side 5

Brian Davies:

"Learning about Physics:

New Partnerships and New Responsibilities" Side 8

Part of the Discussion - 23

Jens Krumholt:

Resumé af indlæg Side 27

Jørgen Fakstorp:

- nogle synspunkter på debatoplæg om nyt
fysikpensum Side 34

Oplæg til paneldiskussion:

Finn Elvekjær: Perspektiver i fysik-
undervisningen - 39

Paneldiskussion:

Indlæg ved Ib Fischer-Hansen - 49

Indlæg ved Carl P.Knudsen - 57

Indlæg ved Kristian Lauridsen - 60

Indlæg ved Helene Sørensen - 64

Referat af paneldiskussion
ved Søren Brønd - 67

Concluding remarks:

Brian Davies	Side	71
<u>Efterskrift</u>	-	73
Deltagerliste	-	74
Nyt pensum i fysik		
- debatoplæg fra fysiklærerforeningens styrelse	-	77

FORORD

Den brede debat om skolens formål og indhold, især dannelsesmæssigt, føres i dansk, historie, samfundsfag og også i matematik, men sjældent eller aldrig i fysik.

En debat om fysikundervisning føres i reglen isoleret blandt lærere på skoler og på uddannelsessteder.

Sådan er det også gået med det pensumforslag i fysik, som foreligger fra fysiklærerforeningen under medvirken af fagkonsulenterne i fysik.

Med denne konference håbede vi at kunne bryde lidt af isolationen ved også at bringe andre mennesker end fysiklærere i gymnasiet ind i debatten. Vi ville også gerne bringe diskussionen ud i en større kreds og få noget inspiration til at debattere fysikundervisningens bredere perspektiver. Hvilke kvalifikationer skal den give, og hvad skal det så være for en fysikundervisning, vi skal have? Det forekom os ikke mindst vigtigt i lyset af, at der var udsigt til en ny gymnasiestruktur.

Selvom der var en del konferencedeltagere fra andre fag, så var langt den overvejende del dog fysiklærere. Også bidragsyderne har deres baggrund i naturvidenskaberne, men de blev valgt med henblik på den inspiration, de ville kunne tilføre diskussionen. Dette sidste må siges at være lykkedes, og vi vil gerne udtrykke en varm tak til alle bidragsydere for, at de så beredvilligt stillede sig til rådighed og for den inspiration og de synspunkter, de tilførte debatten.

Som oplæg til konferencen udsendtes følgende programerklæring og program:

Der foreligger et forslag til et nyt pensum i fysik i gymnasiet som et debatoplæg fra fysiklærerforeningens styrelse. Oplægget, der er udformet af fagkonsulenterne i fysik og fysiklærerforeningens styrelse i fællesskab, har været diskuteret blandt fysiklærere på regionalmøder og på uddannelsessteder. Også fagtidsskriftet "LMFK-bladet" har bragt en del debatindlæg.

I håb om at inspirere debatten også med henblik på den kommende gymnasiereform, har denne konference sat sig som mål at belyse, hvordan gymnasiefysikken ser ud for personer, der ikke har det som job at undervise i fysik i gymnasiet. Hvilke almindennende og studieforberevende kvaliteter har og bør fysikundervisningen have set fra England, fra erhvervslivet, fra andre skoleformer, fra andre fag o.s.v.?

Vi ser gerne en meget stor og meget bredt repræsenteret deltagelse og indbyder alle med interesse for fysikundervisning.

Vi har indbudt en række personer uden for fysiklærerkredse. De vil komme med deres

"Umiddelbare reaktioner på forslaget til nyt pensum i fysik og de refleksioner over fysikundervisning, det giver anledning til".

Efter indlæggene vil der blive en paneldiskussion, hvor gymnasiets fysikundervisning er til en bred debat mellem personerne udefra, fysiklærere, deriblandt pensumsforslagets ophavsmand, og deltagerne iøvrigt.

Med venlig hilsen

Jens Højgaard Jensen
Helge Kastrup Olsen
Albert Christian Paulsen.

PROGRAM:

- 09³⁰ - 09⁴⁵ Velkomst.
- 09⁴⁵ - 10⁴⁵ Brian Davies, The Institut of Physics, London.
- 10⁴⁵ - 11⁰⁰ Opklarende spørgsmål.
- 11⁰⁰ - 11¹⁵ Kaffe.
- 11¹⁵ - 11⁴⁵ Jens Krumholt, Teknologistyrelsen.
- 11⁴⁵ - 12⁰⁰ Opklarende spørgsmål.
- 12⁰⁰ - 12³⁰ Jørgen Fakstorp, F.L.Smidt.
- 12³⁰ - 12⁴⁵ Opklarende spørgsmål.
- 13⁰⁰ - 14⁰⁰ FROKOST.
- 14⁰⁰ - 14³⁰ Oplæg til paneldiskussionen ved Finn Elvekjær, Viby Amtsgymnasium.
- 14³⁰ - 14⁴⁵ Kaffe.
- 14⁴⁵ - 16⁴⁵ Paneldiskussion - indlæg (10 minutter) ved Ib Fischer Hansen, Direktoratet for gymnasieskolerne - Carl P.Knudsen, fagkonsulent - Kristian Lauridsen, Herlev Statsskole (biologi) - Helene Sørensen, Fysik- & Kemilærerforeningen (folkeskolen).
I panelet iøvrigt: Finn Elvekjær - Jørgen Fakstorp - Jens Krumholt.
- 16⁴⁵ - 17⁰⁰ Betragtninger over dagen ved Helge Kastrup Olsen, Fysiklærerforeningen.
- 17⁰⁰ - 17¹⁵ Nogle betragtninger og afsluttende bemærkninger ved Brian Davies.

"Learning about Physics: New Partnerships and New Responsibilities"

by Brian Davies,
The Institute of Physics, London
47 Belgrave Square,
London SW1X 8QX, England.

"Our purpose, as physics educators, is to produce people in our own image."

A famous physics professor.

"The art of the teacher is not to interfere, but to leave to each the right to be himself."

Nadia Boulanger,
a more famous music teacher.

At the end of a physics course the teacher should hope for no greater reward than the students' smiles. The smiles of young people thrilled by their personal, new, surer and constantly exhilarating ability to think, speak and write about our changing, everyday world. The smiles as they remember the pleasure, the humour, the paradoxes, the perplexities and the struggles in times spent coming to terms, in their own ways and in their own words, with the world-shaping ideas of the great scientific thinkers. The smiles of those who have grown in confidence, who feel competent and relaxed; with new skills, firmer sensibilities and wider ranging interests than before; concerned with the cultural and social dimensions of the subject and aware of the human, tentative, limitations of scientific endeavour.

Brian Davies er uddannet som fysiker, men har desuden erhvervet kvalifikationer i pædagogik og naturvidenskabernes historie og filosofi. Han har undervist 20 år som lærer i skoler, på universiteter og ved læreruddannelser. Han er nu ansat ved "The Institute of Physics" i London, hvor han etablerer samarbejde mellem Instituttet, skoler, uddannelses- og forskningsinstitutioner og industrien.

I 1976 besøgte Brian Davies Danmark i en længere periode med henblik på at studere vort skolesystem. I den forbindelse skrev han artiklen: "Den ulyksalige trang til kun at køre ad lærebogens skinner."
Uddannelse 76, 1976, nr. 7, side 679-689.

Happily there are signs in several countries that physics teachers are creating educational environments likely to keep the twinkles in the eyes of their pupils. This talk is concerned with new kinds of partnerships which physics teachers could foster and new responsibilities which, I believe, they should readily accept, to bring relevance and humanity back into the science classroom, and leave out pupils with happy memories of their time spent learning, and learning about, physics.

It was suggested to me, when I was talking to some of your organising committee, and to members of your various ministries, that it would be helpful if I gave a list of many of the practical steps which are being taken back in England to meet the perceived new needs of physics education. Before describing some of the activities of government departments, of industry, or of our own Institute of Physics, I would like to offer some personal suggestions, and make some personal comments about physics education in general.

(Nothing which is recommended has not been tried personally).

Five years ago, on behalf of GIREP, I sent questionnaires to state officials and teachers in some sixty countries. One of the questions asked for the official reasons for including physics in school curricula.

Some of the Eastern Bloc countries made physics a compulsory subject in the state curriculum because its study was seen as an essential requirement for increasing students' politico-philosophical awareness. But elsewhere at that time there seemed to be no country in which the physics teaching force, as a whole, had any clear idea why they were teaching particular curricula in their particular ways. Science teaching appeared to be a consequence of historical and political evolution rather than any philosophical determination. That observation seems to be very relevant to the issues being discussed in Nyt Pensum in view of the serious attempts being made by gymnasium educators to find reasons for change.

More recently, at a conference held in Australia earlier this year, science educators from many countries were able to give at least semi official consensus views for teaching science. Some of the priorities cited also have echoes in Nyt Pensum: 'for economic reconstruction' (China); 'to improve the quality of life' (Philippines); 'to change attitudes and solve social problems' (Australia); 'for decision making, coping with environmental problems, and for peace' (Canada); 'a science for peace and morality' (India); 'for a liberal education through science and technology and coping with everyday life' (Netherlands); '4 main areas, linked to needs for skilled manpower; personal needs, societal needs, career awareness, and academic preparation' (USA). Such lists are encouraging. Science education is now seen as positive, being regarded more and more as having a personal, socially directed relevance for all, of greater importance than the traditional transmission of text book knowledge. A better balance is being sought among classroom activities, at present, for example, 'academic preparation' in the USA takes up more than 98% of school time, and science educators want to reduce that percentage to allow growth of the other three areas mentioned.

The brief catalogue of educational aims for science, quoted above, is also interesting in that the priorities need not alter, no matter how technological progress may change the modes of education: we'll always need help to cope with personal, social and environmental problems, and to improve the quality of life.

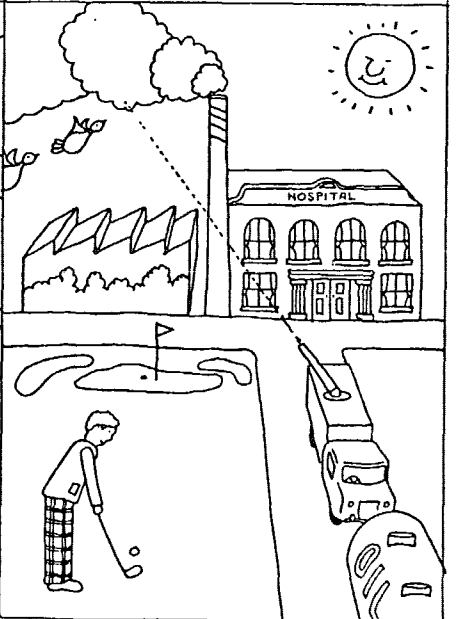
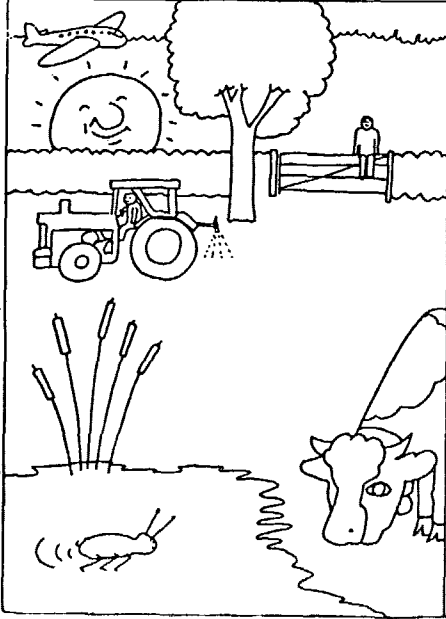
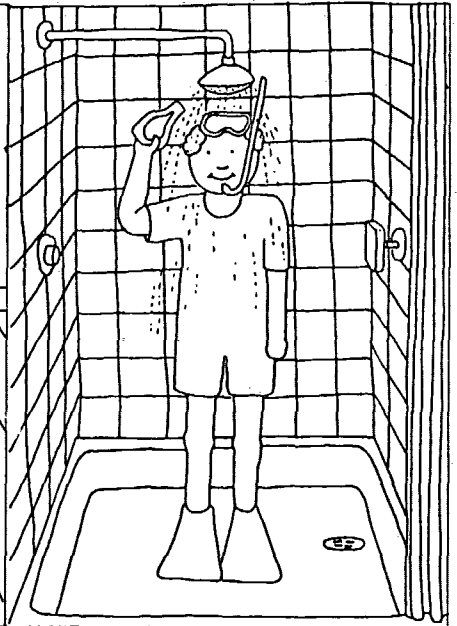
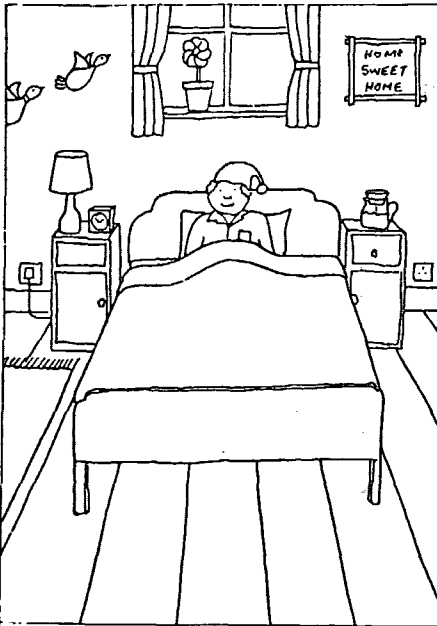
Change in science education is pandemic and the rate of change can be a threat to teachers. It is very easy for teachers to become confused and discouraged when change takes place at such a pace if they are not in partnership with the curriculum developers and not involved in fundamental ways when decisions are being made. It is a condition of effectiveness with any changing educational system that the teachers know what they are doing, and feel that what they are doing, in the current context, is sensible. It is a sad

truth, borne out by the GIREP survey mentioned earlier, that the people most likely to influence physics curricula are those who do not teach inside classrooms, but who generally enjoy higher status than the people who do.

So the first of the 'new responsibilities' is for physics teachers to insist, with the backing of their community of teaching organisations on a proper say in new partnerships with educational researchers and curriculum innovators. The physics teacher will, I believe, also have to take the initiative for building new partnerships with their pupils and with industry at large.

At the end of the 1970's our own Association for Science Education was very critical of the results of 25 years and millions of pounds spent on curriculum development in science. For the kind of science being presented remained unchanged: science still seemed as aseptic product of disembodied minds, highly objective and people - free. It was also presented as value free, and its non involvement with the feelings and senses of value of pupils led my own teenage daughter to remark "Science is in many ways very fascinating, but I shall never study science, for in class I am never allowed an opinion".

Opinions are personal. They are of the moment, unique, and important because the pupils can offer them to the other class members regarded as equals, and that includes the teachers. If your opinion is heard with respect by your listeners then you feel respected and valued as a person. The Mathematical Association Handbook contains the statement "The difference between instruction and teaching is a personal relationship". Personal relationships of the right kind can quickly be built up if the physics teachers are willing to introduce problems and issues to which they themselves do not have 'the' answer. Ideally those problems would come from the real, messy world outside the classroom window; the everyday world of the weather, sport, health, industry, environment. A continuously fascinating world and another responsibility of the physics teacher is to encourage pupils



to look at the world - through the eyes of an amateur physicist, who will see things very differently from a non-scientist.

These four pictures show parts of that world. A non physicist might see someone waking, having a shower, taking a walk in the country, and playing golf in a town park. But there is so much more. Outside the double glazed windows made from long wave reflecting glass is a deep blue sky fading to white towards the horizon.

The duvet on the bed has a filling made from crimped narrow strips of thin metal foil. The metal reflects body heat back, and the air trapped in the bundles of metal strip is too bad a conductor for serious heat loss. (The same material is used by polar explorers and by doctors attempting to save lives of premature babies). The quartz clock has a sound-to-electricity energy converter built in, so that the alarm can be switched on or off by verbal commands.

When the shower is switched on negative charges are put into the air, and fields as high as -1 kv cm^{-1} can occur. Negative ions in the air induce feelings of contentment and relaxation, too. The shampoo - or the soap held by a magnetic device - also depends upon electrical discharge phenomena for its cleansing properties.

Before that plane took off the captain received weather reports from meteorologists - physicists and mathematicians modelling a huge thermodynamic engine driven by the sun. The tractor is using electrostatic spraying techniques, producing finer droplets which travel down field lines between high voltage spray nozzles and the earthed plants. The droplets even travelling upwards to cover the undersides of crop leaves. The cow has a collar as part of a dairy-herd monitoring system, electronically relaying information on the health of the cow, the quality of its milk, and its readiness for impregnating. The visiting beetle exudes a surface-tension reducing agent at its rear, and is thereby pulled across the pond.

The people in the lorry are not shooting at ducks, but sending two different coloured laser beams into the smoke from the stack. The tiny proportion of scattered radiation returning to the source gives concentrations of various pollutants in the travelling smoke cloud. Studies will of course, convincingly prove that no harmful pollution travels eastwards to Scandinavia from British factories. The stack will not blow down on to the greenhouse because helical strakes prevent vortex shedding and any resonant oscillations. The vertical south-facing greenhouse windows ensure that another 10% of precious low-level sunlight will be made available for the crops used by the hospital. And nowadays a hospital is only one vast diagnostic and therapeutic physics laboratory, where good research is held up by the presence of patients. One of those patients is recuperating on the golf course, using balls designed by physicists to have very low drag factors and a spin rate which depends on the variable moment of inertia for a given mass of ball...

Physics is everywhere, out there, outside the classroom window. 'φυσικ', after all, means 'nature', and the work of the physicist is that of sensing the world of nature. (One approach to teaching even the traditional subject matter could be through the theme of data collection by means of sensors, and its subsequent storage and analysis. To understand how sensors work you need to study aspects of behaviour of materials and some basic laws of physics, preferably in the contexts of real, 1985, problems). Because physics is ubiquitous there are career opportunities for physicists in areas of work to suit everyone's personality. At the Institute of Physics we spend much time and effort on informing young people of the very wide spectrum of jobs open to those with qualifications in physics. Government and private industrial concerns back us in this as the level of ignorance as to what physicists do is very high, especially among many teachers who have remained in the closed loop school - university - school all their lives.

If, at the end of a physics course the students can solve all the text book problems but still walk around with no sense of wonder and excitement about their immediate surroundings then the physics teacher should be imprisoned. Teachers have to work with unrelenting dedication to make physics lessons boring. Many, nevertheless, succeed. Imagination is required to open pupils' eyes. - Compare the work of one or two colleges in the US., recently described in 'The Physics Teacher'. Their students even take their final examinations in an amusement park, where there is plenty of lively circular motion, collision dynamics, and energy conversion. The courses are always oversubscribed.

Our own Association for Science Education is urging teachers to adopt a wider, and more flexible, range of teaching styles. This should be made easier for the teacher by adoption of a set of core physics studies taking say 60% of teaching time, allowing the teacher to spend 40% away from the text books in studies chosen in collaboration with students. More attention may then be paid to the role of written and spoken language in science education.

Here the history, philosophy and sociology of science can play an important part. And it is the responsibility of the physics teacher - no one else - to deal in class with these aspects of science. By all means, and as soon as possible, make other new partnership with teachers of Danish literature, of history, art, economics. Learn from, and collaborate with colleagues who are experts in these fields, to set up your own courses; but don't let them anywhere near your pupils. If examination content is covered by the physicist, but 'experts' are brought in to deal with historical, economic, philosophical and social issues this only emphasises the separation, the isolation, of physics from other subject-areas of the curriculum. The old, the unreal, traditional, state of affairs. Do not be afraid to learn along with your pupils as you attempt to teach 'bad' history, economics philosophy, or sociology. Their opinions will, after all, be valued as much as yours in such circumstances.

Here are some reasons for, and ways of, using history in physics lessons, with the fundamental objective of teaching the basic law of the universe, to which there are no exceptions: "Every physicist had a mother". Corollaries include "Physicists are people, who make use of physics; if you prick them they bleed" "Physicists have personal lives, relating to the social mores, the psychological philosophical and religious environments of their times". There is not enough time in any syllabus to look at many lives in such contexts but at least a few should be studied, talked and written about by a class which might then with their teacher produce say a 'newspaper' page summarising their work. Such activities might help to eliminate the kind of graduate student who used to come on our teacher training courses. After sixteen years of education they were even without any idea of Newton's life and times, or of his influence on English poetry, philosophy, literature, and, ultimately, the very education system which left them ignorant of his real worth.

'Historical' teaching resources include old newspaper articles, handbills, posters, textbooks, advertisements, illustrations, tape recordings, paintings, photographs, artefacts working on scientific principles, copies of original scientific papers, comics, poems, plays.

It is quite straight forward to use such materials to entertain the pupils, to give more time for thinking, talking and writing about physics, allowing imagination and opinion to run free. The expectation of likely activities in science lessons will change. Pupils will produce written work which is not just to obtain some mark or grade, but to communicate with you. When you first set an essay with words such as "What do you think about..." or "Imagine that..." the class amazement might well be expressed by "But physics teachers don't set essays, leave alone essays like this!" Press on; you'll already be doing more good for science and for them, than buying the class a new laser.

Some myths of science and scientific methods can be exposed, modifying the students' perceptions of scientific research. Study of original scientific writings can help students to come to terms with their own tentative understanding of difficult concepts. It is encouraging to realise that a Faraday or an Oersted did not have a crystal clear idea of the nature of a magnetic field. It is necessary for a student to realise that one has to negotiate ones own meanings in what too often appears to be a fixed, universally understood body of knowledge. The power and limitations of mathematical and physical analogies and models can be appreciated. The social, cultural, political non scientific - even illogical - factors affecting progress in science can be brought to light, along with the dependence of culture on scientific innovation and discovery.

(At relevant places in the talk at Roskilde, examples were given of ways of using the historical materials mentioned. Topics dealt with included: the assumptions legitimising the form of some equations representing damped oscillations; the ways in which equations for the flow of heat, electricity and fluids inevitably had the same mathematical form due to the use of the same underlying model; how Bohr's research programme succeeded brilliantly on a set of logically inconsistent foundations; how new and old advertisements may be used to tease out the (often wrong) science; and how exercises in role playing activities from "Science in its Social Context", can help pupils grasp the problems of 'scientific objectivity'. These examples have been omitted from this text to reduce the length of the written article).

Partnerships with Industry

So far, the kinds of initiative and activity recommended have been for the improvement of the students' attitude to the subject of physics, and its ramifications. The main aim was to make the students feel positively towards the study of an exciting subject, to be able to look back with some affection and gratitude to the times they spent learning about this core science.

But the world outside that window is the world of industry, design, commerce, profit making, economics. The study of physics is at the heart of much of industry. It is also the path to engineering. There is no subject better suited to bridging the gaps between 'school' and 'industry'. Once again it seems that the physics teachers have a new responsibility, a new opportunity, to set up some important educational partnerships.

In the United Kingdom the Institute of Physics has been working with physics - industry links for many years. Here is a brief summary of some of our activities to help teachers.

Since 1968 we have organised 3-day events called 'Physics at Work Exhibitions'. About 1000 pupils visit each exhibition in escorted groups of 15. The exhibitors are industrial companies who provide an exhibit showing some application of school-level physics. A physicist working within that industry describes and explains things to the pupils in a time not exceeding 20 minutes. The exhibitions are popular and always oversubscribed. Next year in Britain is "Industry Year", and in 1986 we hope to organise 15-20 of these exhibitions. Most of the costs of these exhibitions is generously provided by the industrial companies themselves, as they regard the objectives as most worthwhile: the pupils are educated and entertained; industrialists - in this case physicists - interact with pupils who see the human face of industry and can see the enthusiasm which these industrialists have for their work; women physicists demonstrate, too, thereby providing models for the girl students attending; career opportunities are made apparent; attitudes to industry can be improved; physics is seen to be relevant to today.

'SNIPPETS' - Serendipitous Notes in Physics Physics Education
and Technological Science is a three times-a-year
12-page

magazine featuring largely industrial and research applications of physics. We produce this and send out free of charge to all schools with pupils between 11 and 18 years of age. It is

written in a deliberately light-hearted style with cartoons and anecdotes. Increasingly teachers and pupils are sending in their own snippets.

(A brief one from 2 sixteen year olds was:

'Two art students over heard in the refectory:

"There's no gravity on the moon".

"Course there is, how else can people stand on it?"

"They wear heavy boots".

Plenty there for a few science lessons). Recently, industrial and commercial groups have started sponsoring publication of the magazine, which has regular features on opportunities in physics-related careers.

Careers information is regarded as very important for physics teachers. We produce posters, pamphlets, booklets, slide sets with notes, and organise or participate in careers conferences, meetings and lectures. During Industry Year we hope to produce a high quality videotape, in collaboration with engineering institutions.

Our 'Womens Register' is a list of lady physicists, working mainly in industry, who are willing to talk to girls' schools, arrange works visits, give career advice, and so on. A 'Girls and physics' programme complements this work. We also run a nationwide network of Branches and Teachers' Centres at which all kinds of physicists meet regularly, to keep themselves up to date with recent developments.

We are fortunate at the moment in England and Wales that we have an innovative, radical Secretary of State for Education and Science. He endorses activities such as the extensive programme of the Industry/Education Unit (IEU) at the Department of Trade and Industry. That Unit is dedicated to making people aware of industry, pupils aware of industry, and industry aware of educational needs, practices and philosophies; and it finances industry - education partnerships of many kinds. Here is a list of things done, being done, or intended, with the help of funds from the IEU.

Every primary and secondary school in the country has been able to buy at least one microcomputer. A 'National Education Data Base' is being set up so that each school may use its computer to link up with a main frame. To start with, the data base will describe every teaching-related resource of every industry-education scheme. Software is being produced for the schools - as many school teachers are, naturally enough, uncertain of what kinds of software to use. The broad areas for software might have come straight out of your own NYT PENSUM: (a) relevance of science to the real world; (b) relevance of mathematics; (c) 'economic literacy'. The last mentioned is to ensure that pupils understand the wealth-making processes in modern industrial societies. Physics students could begin to appreciate what making a profit involves, how a scientific idea may develop, through design, manufacturing and marketing skills, to a useful, attractive, piece of merchandise. The IEU Unit is also investigating the possibilities of interactive video discs and tapes.

By the end of Industry Year, 1986, every school in England and Wales should be formally linked with at least one industrial company. Physics in schools could increasingly relate to real problems within the industrial sectors, problems which actually matter to people who are still alive.

There is a country wide network of SATROs - Science and Technol Regional Organisations whose purpose is to make strong links between schools and scientists and technologists of all kinds. They have been very active in the area of information technology.

The 'Schools Curriculum Industry Project' supports groups of teachers who spend time in an industry - typically Steel or British Gas - and return to school to write about the application of school science within that industry. Not only do the teachers write monographs or booklets on what they saw and worked on, but they also set up new kinds of experiments for school physics laboratories. (This kind of thing should be no problem

to gymnasium teachers who have their own publishing division!)

An intriguing initiative goes under the name of "The British Schools Technology Group". The Group buys buses. They buy buses and equip them with a variety of technological items including a lot of computer equipment. The buses are then driven to our equivalent of your communes, to bring up-to-date technology and science to pupils in a new, cost-effective way.

You can see that more and more we appear to be breaking away from the idea of a school- and book- centred curriculum in science. The real world really is beginning to influence the schools. However, a criticism which I have of the present partnerships between teachers and industry is that while the teachers are quite properly being encouraged to learn more about the true workings of industry by spending time on the shop floor, industrialists never, as far as I can see, feel it is their duty to spend time in schools, with teachers, learning about current educational methods, philosophies and expectations. And most industrialists I meet still think schools are the same today as in their school days. Another of the teachers' responsibilities then - for the industrial inertia is too great for it to happen any other way - is to bring industrialists into their schools for a few days at a time. Better partnerships emerge from greater mutual understanding.

New types of physics examinations are being designed for age 16+ and 18+. I don't simply mean shift from 'norm' referencing to 'criterion' referencing for describing performance, though that too is a step forward educationally. In future, science examinations will be required, by law, to have 15% of their marks allocated to questions on applications of science. To avoid the danger of any one set of applications fossilising into a standard text-book requirement, the chosen applications will be changed every year or two. Examination courses in Design and Technology must also be mentioned, and some physics

teachers are being retrained to help pupil involvement in practical projects. Pupils design and make working systems. In this way they learn to use some basic scientific principles while getting a feel for materials, an awareness of cost factors limiting production, and so on.

Many other industry - education links might have been described, including several 'applications of physics' publications which have been launched, but I stop at this point and hope that some of the ideas raised and examples of programmes under way in the UK might be useful to you in setting up your own models for the new physics education heralded by NYT PENSUM.

Acknowledgements

This article is a shortened and modified version of a lecture given at Roskilde University Centre Institute for the Study of Mathematics and Physics, during the Conference "Gymnasiefysikken og den Store Verden - forslaget til nyt pensum i fysik set 'udefra'!" in June 1985.

I should like to express my thanks to Albert Paulsen and the organising committee of the Conference not only for the invitation to take part in this conference, but also for the way in which they so generously entertained my wife, Ruth, and myself during our time in Denmark. I should also like to record the willingness with which members of the IEU and of the Danish Embassy in London, and of inspector and ministers of government in Copenhagen helped me during preliminary discussions on the new proposals for gymnasium education. Finally I must thank Mrs Gunvor Stallybrass, a Scandinavian language expert, who kindly spent a considerable time helping me to grasp the significance of many of the passages in NYT PENSUM.

Brian Davies
July, 1985

Part of the

Discussion

Lektor Malte-Olsen, København Universitet:

I would like to ask if you have in Britain 40% of 'free enterprise' in your physics curriculum - and could you also mention what is happening in Holland, where I think they do the same?

Brian Davies:

This arrangement is certainly coming in England and Wales, but I don't know of any other country where they make this amount of free time available - Its more likely to be about 10% of discretionary time. Even so, such time is very rarely used because curriculum builders do not usually start from the amount of time available. In most countries they start from what they think pupils should know, and in most countries - as the GIREP survey mentioned earlier bore out - too much is done too badly, too quickly, and all the time tends to be used up for examination preparation.

Professor Bent Elbek, København Universitet:

Much of what you told us could sound like "Sugaring the pill" and I would be especially worried that if one made major efforts along the lines suggested, and perhaps also indicated by proposals put forward, for the reform of the Danish system, that we will have even great difficulties with students being badly prepared for university studies. This is not just university studies in physics but in the wide range of subjects traditionally studied. Have you any comments that the quality of the students in universities might be lowered by the attempts to make it more attractive?

Brian Davies:

First, about "Sugaring the pill". My point is that this particular "pill" does not have to be swallowed at all: a totally new set of powders should be offered. In no way

am I suggesting that the difficult thing called physics should just be prettied up. My point is that physics is inherently fascinating and that can be made to seem so if you make things relate to the children, rather than to the text book or the classroom. There need then be no greater difficulties with the students if you in the universities did what has happened in Britain. There university professors sat down with people such as teachers, our own Institute of Physics, The Royal Society and so on, and worked out what they thought this 60% might sensibly be. You'll never get everybody agreeing, but at least if you have people like that coming together, all the universities will know what they are having. Incidentally, implicit in your question, it seems to me, is an idea that perhaps the universities shouldn't change. We don't see that as being the case. With partnership again - "partnership" really is an important word - with partnership between universities and school teachers one should cope. After all, over here you have the advantage that your science teachers' trained at universities really do know their physics and their chemistry very well and so can speak very sensibly with university professors about the kinds of thing which might be done in the classroom.

I don't think we share your worry about what will take place in schools. Remember, too, that in England we have a very free examination system, in the sense that pupils can choose to sit examinations from a dozen or so official examination boards around the country. And although the boards syllabuses roughly cover the same ground, when pupils get to university there are always wide differences in their backgrounds. And yet university professors manage with them, and cope with the difference. So instead of seeing the issue as a problem it seems a lovely opportunity for working together once again.

Reply

from professor Bent Elbek:

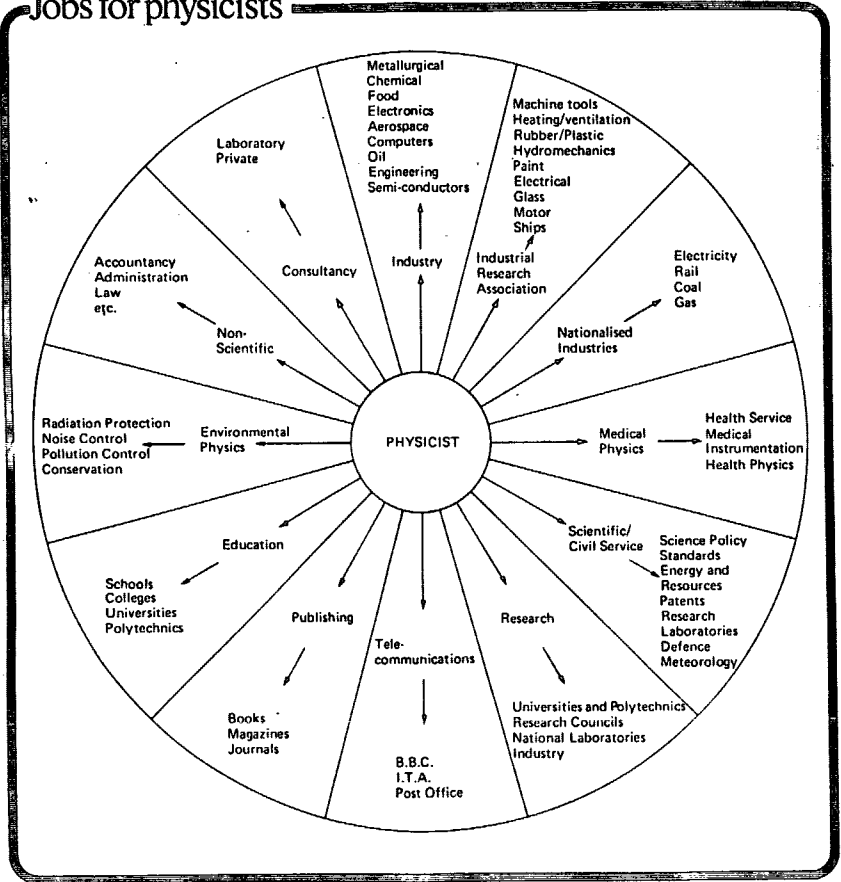
I certainly do not think universities should not change, but I do think that in physics there is a certain kernel which does not change very much or very rapidly, and I'm worried about it.

Brian Davies:

OK. If you have agreement among teachers and professors as to what that kernel could be, the kernel could be contained in a small text summarising the physics principles and ideas.

Then you could teach to that summary, but instead of treating it as "the pill" you could get into the kernel from the outside in some of the ways suggested. You'd still teach the content of the kernel, but that doesn't have to be where you begin; it is where you can end up - and the universities would not mind then, I think.

Jobs for physicists



Resumé af indlæg

fra

kontorchef Jens Krumholt,
Teknologistyrelsen.

Den nyere teknologiske udvikling har haft - og vil i stigende grad få - en række virkninger, som bør øve afgørende indflydelse også på uddannelsers indhold og måden, de formidles på.

Den væsentligste faktor i de nærmeste 5-10 år er informationsteknologiens udvikling, som på flere måder giver nogle generationskløfter.

Den første generationskløft er i virksomhederne, hvorefter mange af dem, vi har i dag, kom til i 60'erne. I det ti-år var udgangspunktet for næsten al industri, at man beherskede en teknik. Ingeniører sad - til tider i elfensbenstårne - og ud af laboratorierne kom produkter, som det herefter var salgsfolkernes opgave at prøve at finde et marked til, udgangspunktet for udviklingen var "det teknisk interessante". Og den eksplosive vækst i købekraften bevirkede - lidt forenklet udtrykt - at alt kunne sælges.

I dag ses den næsten modsatte udvikling i de virksomheder, der synes værd at have penge i. De sætter ikke deres primære indsats ind på at udvikle, hvad der er teknisk muligt, men prøver først og fremmest at afdække, hvad de egentlige behov er hos deres kundegrupper.

Fremgangsmåden er: Først at få identificeret, hvilke kommercielt interessante behov der måtte være hos virksomhedens kundegrupper og først derefter at sætte teknikerne ind på at fremstille produkter eller ydelser, der kan dække disse behov.

Denne ændring i måden at tænke/arbejde på illustrerer også den anden generationskløft, som den teknologiske udvikling har medført. Alle, der har rundet de 40 år, og det vil stort set sige alle beslutningstagere i erhvervsliv med videre,

er "belastet" af den teknologiske udvikling, som fandt sted i 50'erne og 60'erne.

Teknologiske nyskabelser var på den tid endnu opsigtsvækkende, forstået på den måde, at man bredt folkeligt blev dybt imponeret over, hvad der pludseligt var teknisk muligt - og det, man var imponeret af, var i langt højere grad teknikken i sig selv snarere end de behov, der blev dækket ved hjælp af teknikken.

Fjernsyn og satellitter kan være gode eksempler herpå. Man fandt det spændende og stillede ikke de store spørgsmålstegn ved, hvilke behov disse tekniske landvindinger nu dækkede hos mennesker.

Dette synes i klar kontrast til den opvoksende generation, som i den grad er tilvænnet en uendelig strøm af teknologiske nyskabelser, at det falder den helt naturligt at starte ved at spørge: Hvad skal det bruges til - hvilke behov kan det dække hos os? Og da beslutningstagerne - den ældre generation - er uvant med at stille og besvare dette spørgsmål og derfor generelt giver ufyldestående svar, presses de unge til måske helt generelt at stille spørgsmålstegn ved teknikken.

Informationsteknologiens udvikling kan forstærke disse generationskløfter, dels fordi den går meget stærkt og dels - og måske vigtigere - fordi den har en anden natur end den teknologiuudvikling, der har været hidtil.

Den hidtidige teknikanvendelse har altovervejende drejet sig om at automatisere håndens arbejde. Teknik udviklet til masseproduktion - især i USA - blev importeret og tilpasset danske forhold med småserieproduktion, og dette blev kombineret med 60'ernes gode "ingeniørlatin": Arbejdspladsen skal være så enkelt som mulig. Baggrunden for sidstnævnte var dels den store mængde ufaglærte kvinder, der var kommet ud på arbejdsmarkedet og dels, at man - når der ikke var mere dansk arbejdskraft - importerede arbejdskraft, som hverken var faglærte eller kunne sproget.

Denne anvendelse af teknologien medførte altså en efterspørgsel efter en stor mængde arbejdskraft med meget få forudsætninger samt en ret høj efterspørgsel efter arbejdskraft med betydelige tekniske kvalifikationer - de der skulle kunne tilrettelægge de andres arbejde i detaljer.

Denne efterspørgselskurve er af flere grunde uholdbar i dag. For det første følger menneskers naturlige forudsætninger nok i højere grad en normal-fordeling - der er ikke ret mange helt håbløse og ikke ret mange genier.

Og mennesker bliver generelt utilfredse eller får mavesår, hvis udfordringerne enten er for små eller for store.

Endvidere er det generelle uddannelsesniveaue for befolkningen stigende, og endelig er der konkurrentlande nok, som med et lavere omkostningsniveau kan påtage sig trivial-produktion.

Grundlaget for den kommende erhvervsudvikling vil i stigende grad være åndens arbejde. Der må mere know-how ind i de produkter og ydelser, erhvervslivet præsterer. Og det er næppe muligt at rekruttere flere til eliten - den er hårdt nok spændt for i forvejen på grund af det hidtidige skæve forhold i rekrutteringen.

Der synes ikke at være anden udvej end i langt højere grad at udnytte den intelligens-kraft, som i vidt omfang allerede er på lønningslisten i de fleste virksomheder, men som blot ikke udnyttes.

Her kommer så imidlertid informationsteknologiens særlige natur ind i billedet. Den primære styrke i informationsteknologien er, at man ved hjælp af denne kan automatisere åndens arbejde i et hidtil uset omfang.

Den alvorligste risiko ved informationsteknologien er, hvis den nu benyttes til at automatisere åndens arbejde på samme måde, som den hidtidige teknologi blev anvendt til at automatisere håndens.

En succesrig erhvervs- og samfundsmæssig udvikling forudsætter, at teknologien i langt højere grad bruges på en sådan

måde, at det enkelte menneskes evner, anlæg og udviklingsmuligheder udnyttes optimalt i de konkrete jobs. I et snævert perspektiv er det den eneste måde for virksomheder at tjene penge på i dag, og i et bredere perspektiv er det den eneste måde at tilfredsstille de berettigede krav, mennesker må have til deres arbejde. Informationsteknologien er i sig selv neutral i denne sammenhæng - den giver muligheder for begge typer arbejdstilrettelæggelse.

Det er imidlertid et betydeligt managementproblem at tilrettelægge arbejde således, at den enkeltes anlæg og udviklingsmuligheder udnyttes. Det er umiddelbart lettere at tilrettelægge arbejdet udfra minimumskrav.

Mange virksomheder er godt i gang, men mødes desværre til tider med nogen skepsis. Når en Jan Carlson forsøger at praktisere noget sådant i SAS, går der ikke ret lang tid, førend man på typisk dansk siger: "Nåh - det går vist ikke så godt alligevel". Der er imidlertid ikke tvivl om, at både det private og det offentlige arbejdsmarked i langt højere grad må i gang med aktiviteter af denne mere personorienterede art.

Den teknologiske udvikling og den ændrede målsætning for arbejdets indhold vil medføre - og har allerede medført - en langt større forandringshastighed i jobindhold end hidtil.

Den tid er definitivt forbi, hvor nogen kunne regne med at blive pensioneret i et job med nogenlunde det jobindhold, som de i sin tid blev uddannet til i det grundlæggende uddannelsessystem.

Det er imidlertid nok stadig en udbredt opfattelse såvel blandt faglærte som blandt højere uddannede, at man med en overstået grunduddannelse er - og bør være - sikret en erhvervsmæssig levevej resten af sin erhvervsaktive periode. Det er på høje tid at få gjort op med denne forestilling.

Langt de fleste arbejdstagere må i dag se i øjnene, at hvis der overhovedet er brug for de funktioner, de udfører i dag om fem til ti år, så vil de i alt fald til den tid blive udført på en måde - med andre "værktøjer" - som forudsætter en væsentlig efteruddannelse.

Det stiller ændrede krav til grunduddannelserne, men måske i endnu højere grad til efteruddannelsessystemet, som står over for en kolossal udfordring med alle de, som allerede er på arbejdsmarkedet i dag. Fremover vil efteruddannelsessystemet formentlig blive det sted, hvor mennesker modtager den søtreste del uddannelse i deres livsløb.

For det grundlæggende uddannelsessystem betyder det, at behovet for, hvad der indlæres konkret her og nu, på sin vis falder - det bliver af større betydning, at man er i stand til at lære noget her og nu, og at man er i stand til at gå ind i et emne og arbejde med det. Evnen til at kunne erkende, hvilken viden, man har brug for og så skaffe sig den, bliver kravet.

Dette ændrer også underviseres rolle.

I "gamle dage" kunne lærerens rolle illustreres som en tragt, hvor igennem al viden skulle for at kunne komme ned til eleven. I dag må læreren i højere grad betragtes som en, der står ved siden af eleven og hjælper denne til at erkende behovene, til at fremskaffe den relevante viden og til at bearbejde og viderebefordre denne.

Det bliver i højere grad et spørgsmål om indlæring af metode og proces end et spørgsmål om indlæring af konkret teknisk viden.

De ændrede kvalifikationskrav og den holdningsændring, der synes undervejs vedrørende teknik kontra behov, stiller nogle nye krav til grunduddannelserne. Den tekniske ekspertise må nødvendigvis ind i en bredere sammenhæng.

I den fremlagte bekendtgørelse er formålet med faget fysik bl.a. beskrevet som det at opnå kendskab til fysikens betydning i det moderne samfund. Det lyder rigtigt, hvis det skal forstås således, at fysik - eller teknologi - er et værktøj til at dække de menneskelige behov, der er i det moderne samfund.

I den efterfølgende beskrivelse af fagets faglige indhold synes denne sammenhæng med det moderne samfund imidlertid at komme ganske langt nede. Man kan selvfølgelig altid hævde, når man rømser ting op, at rækkefølgen er tilfældig, men alligevel er der vel en tendens til, at de ting, der prioriteres lavest, også nævnes sidst.

Langt nede i rækken nævnes noget om "at erkende og formulere problemer, der er egnede til at behandle med fysiske metoder".

Det burde måske være udgangspunktet for det hele. Hvis man ikke kan erkende nogen problemer, der er egnede til at behandle med fysiske metoder, er der vel dybest set ingen grund til at lære noget om disse fysiske metoder.

Der vil naturligvis fortsat på en lang række områder være brug for mennesker med højt specialiseret teknisk viden, som også forudsætter solidt kendskab til også grundlæggende fysiske metoder.

Det er imidlertid nok et fåtal af de mange, der i dag gennemfører gymnasiet - eller rettere specialiseringen vil tage så mange retninger, at det alligevel ikke er muligt at tilgodese størstepartens behov.

Tager man f.eks. informationsteknologien, vil det være et fåtal, der har behov for at have kendskab til, hvad der egentlig foregår inde i datamaten eller inde i chippen. Og dette/disse områder vil igen være opdelt i en lang række ekspertiseområder.

Nogle studenter vil naturligvis gå ud i disse eller lignende fag, mens størstedelen vil komme ud i arbejde, hvor teknologien er værktøj til arbejdets udførelse snarere end arbejdets indhold.

Fysikundervisningen må tage højde for dette, bl.a. ved at den bringes i større sammenhæng med øvrige fag. Når udgangspunktet er det moderne samfund og menneskelige behov, er det naturligt at prøve at lave sammenhæng også i den humanistiske side af studiet. En anden sammenhæng, der bliver akut behov for inden for de næste 10-15 år, bliver sammenhæng til kemien.

Den bioteknologiske udvikling er allerede godt i gang, og den kan meget vel vende op og ned på mangt og meget i vort samfund inden for en overskuelig årrække.

Til at illustrere, hvad der er i gang på dette område, kan nævnes en udvikling, firmaet Unilever har gennemført. Dette firma anvender palmeolie til sin margarineproduktion og er derfor naturligt interesseret i højtydende palmer. Dette har man foreløbig opnået ved hjælp af kloning, hvorved man i dag har udplantet foreløbig 100.000 nøjagtige ens træer - lige mange blade, lige høje, lige højtydende o.s.v. Det, man så nu er i gang med, er - ved hjælp af gensplejsning - at få disse palmer til at producere en anden olie, som er mere værdifuld. Perspektiverne for verdens fødevarerforsyning i disse teknologier er uoverskuelige. Den samme udvikling er i fuld gang inden for medicinalindustrien.

Ser man således blot på de to nærmest foreliggende teknologiske udviklinger - informationsteknologien og bioteknologien - må man konkludere, at alene disse to teknologier må forventes at resultere i så store forandringer inden for arbejdsliv og samfund, at det virker umuligt at forudsige, hvorledes arbejdsmarkedet og samfundet ser ud om bare 15 år. For dagens gymnasiaster betyder det, at man stort set ikke kan beskrive, hvilket arbejdsmarked de uddannes til. Det er overordentligt vigtigt, at de unge lærer at forstå denne situation og lærer at begå sig i den. Det må præge uddannelsernes indhold og metode, og man kunne derfor diskutere, om tiden er til at udarbejde generelle "centralistiske" uddannelsesplaner, eller om tiden måske var bedre anvendt til at udveksle erfaringer om decentralt gennemførte eksperimenter.

- nogle synspunkter på debatoplæg om nyt fysikpensum af Jørgen Fakstorp, civilingeniør.

Udgangspunkt: Vilkårene, de ydre omstændigheder.

- 1) Eleverne møder med en erfaringsbaggrund om omverdenens fysiske forhold, som hovedsagelig er baseret på andenhånds oplevelser eller artefakter. Jævnsiden hermed er elevernes evne til at udtrykke sig verbalt og til at argumentere langt bedre end hidtil.
- 2) Eleverne er stort set ukendte med erfaringserhvervelsens genstridighed i en "realitetsbaseret" oplevelse af den fysiske verden.
- 3) Eleverne i gymnasiet bruger megen tid og kraft på aktiviteter uden for skolen og opfatter disse som centrale for dannelsen af en personlig identitet.
- 4) Tilbagemeldingerne fra aftagerne, d.v.s. de efterfølgende uddannelser, er flertydige og til dels inkonsekvente.
- 5) Matematik opleves først som nederlagsfag i gymnasiet (1.g), medens fysik allerede er negativt belastet fra folkeskolen, især for pigerne. Dette medfører, at eleverne ikke har fået aflært forkerte, folkelige forestillinger om fysiske fænomener, men oplever denne konfrontation med fuld styrke i de første gymnasieår.

Ovenstående punkter er centrale præmisser. Hvis de er urigtige, vil de efterfølgende konklusioner om pensum også være det.

Problemer i gymnasieundervisningen.

1) Undervisningen skal være studieforberedende og almen-
dannende samtidig og antagelig med lige vægt. Noget sådant
forekommer det mig umuligt at leve loyalt op til. Jeg fore-
trækker studieforberedelsen og vil henvise det almindelige
til at være biprodukt heraf.

2) Manglende erkendelse af betydningen af elevmaterialets
forskellige forudsætninger:

a) i udgangspositionen for så vidt angår viden og erfa-
ringer,

b) i lærehastighed

og manglende tiltag (og manglende muligheder) for at kom-
pensere herfor.

3) Stoffets omfang og hastige vækst contra den tilgængelige
tid.

4) Konflikten mellem adgangsveje - mellem den intellektuel-
le/deduktive/teoretiserende vej og den empiriske/induktive/
parat-videnformidlende vej.

Det foreslåede pensum.

1) Det umiddelbare indtryk er, at det, ligesom det hidtidige,
er meget stærkt præget af fysiklærernes egen uddannelse og
dermed af den prioritering og fokusering, som universitets-
lærerne foretager, hvilket igen er præget af det, der optager
forskningsverdenen inden for fysikken.

2) Svært at forstå, hvorfor der er så lille forskel på
pensumtilbud til B-niveau og til A-niveau. Hvad er årsagen
til, at stofvalget ikke sigter mere på henholdsvis biologi

og musik. Der er masser af relevant fysik i begge dele. Må erkende, at jeg har svært ved at se relevant stofudvalg for samfundsfag, men måske ville nogle idéhistoriske emner eller studiet af de fysiske forudsætninger for teknik-etableringer virke inspirerende.

3) Tilhænger af, at det experimentelle element bliver det primære og dominerende som udgangspunkt for derivering af teori. Aldrig omvendt. Det er teoridannelsen fra iagttagelsen, der er det svære ved fysik i modsætning til matematik, og det skal øves igen og igen.

4) Det præsenterede pensums stofudvalg kan sikkert være udmærket, men forekommer som nævnt traditionelt, således at eleverne skal lære den samme del af fysikken tre gange tilskåret efter alderstrin og baggrund: i folkeskolen, i gymnasiet, på universitetet.

Hvis man foretog stofvalget under større hensyntagen til skolens funktion, som erstatning for manglende oplevelser i hverdagen og til borgernes senere møde med den fysiske omverdens realiteter, ville et pensum komme til at se helt anderledes ud:

- a) Tilstandsformernes fysik og overgangsprocesserne.
 - b) Energi, effekt - termodynamik, massetransport, varmetransport (energi er den endegyldige ressource).
 - c) Den faste tilstandsforms mekanik, herunder bulktilstanden.
 - d) Kontinuerlige mediers mekanik - vædskers og gassers bevægelse (med udsyn til geofysik).
 - e) Faste legemers mekanik.
 - f) Ligevægt, symmetri, differentielt grænsefladebegreb.
 - g) Enheder og dimensionsanalyse.
 - h) Elektricitet, elektromagnetisme, stærkstrømsfysik.
 - i) Elektroner og svagstrømsfysik.
 - j) Lyslære og optik.
 - k) Astronomi.
 - l) Lydlære.
- ./..

En række af disse områder er desuden dem, eleverne vil træffe på, hvis de efterfølgende kommer i tekniske uddannelser. For de omhandlede områder gælder, at det er relativt let at derivere matematiske udtryk for fænomener, og at sammenhængen er godt visualiserbar.

Det er naturligvis meningen, at der skal arbejdes seriøst på samme måde som nu. Det er ikke en legetøjsbutik eller Georg Gearløs, jeg plæderer for.

5) Det ville være interessant at diskutere en alternativ metode i stofudvælgelsen: efter en skarp tidslinie.

Klassisk fysik er udmærket anvendelig på verdens fænomener med undtagelse af extremt små partikler eller energimængder eller extremt høje hastigheder.

Kunne gymnasiet være tjent med at begrænse sig til at give en solid og grundig regnefærdighed i klassisk fysik og ignorere kvantefysik og relativitetsfysik? Begrundelsen for, at disse sidste felters abstraktionsniveau er så højt, er, at behandling i gymnasiet under alle omstændigheder ville blive overfladisk.

Fysikundervisningen i gymnasiet skal løse en ganske svær opgave inden for begrænsede tids- og ressourcerammer. De ydre omstændigheder er ikke særskilt gunstige jævnfør indledningen til mit indlæg. I gymnasiets hverdag er der også problemer.

Paradoxalt nok er dette vilkårene i en tid, hvor forståelsen og beherskelsen af fysik er mere påkrævet end nogensinde. Påkrævet af mange årsager. Lad mig blot fremhæve nødvendigheden af at rekruttere flere højtuddannede med en omfattende fysik- og matematikuddannelse, for at Danmark kan deltage i den hastige udvikling af de videnskabsbaserede områder af teknikken.

Det er glædeligt at konstatere, at gymnasiefysikerne ikke har opgivet ævred, men med alvor og ildhu arbejder på at forbedre forholdene. Det må imidlertid ikke glemmes, at der jo allerede nu gives god undervisning og også kommer dygtige elever ud af maskineriet. Det store fremmøde ved denne konference bestyrker mig i troen på, at det rent fysisk ikke er så galt fat i nationen.

Oplæg til paneldiskussion.

Perspektiver i fysikundervisningen

Finn Elvekjær, Viby Amtsgymnasium.

Den diskussion, der blev lagt op til med fysiklærerforeningens debatoplæg "Nyt pensum i fysik", har i det væsentlige været en diskussion af undervisningen inden for det nuværende gymnasiums rammer og stort set inden for den danske traditions rammer. Det er glædeligt, at der med denne konference lægges op til en udvidelse af perspektivet. Vi bør se fagets problemer og muligheder både i sammenhæng med de aktuelle generelle overvejelser over en ændret gymnasieordning med nye overordnede mål, og vi bør se faget i international sammenhæng. Problemerne er ikke specielt danske, og det må være nyttigt at undersøge, hvordan man i andre lande søger at forbedre undervisningens kvalitet.

Behovet for fysikundervisning.

Både som et led i den løbende justering af undervisningen og da specielt nu, hvor der er lagt op til en gymnasierform med en ændret fordeling af fagenes timetal og med en nyvurdering af fagenes indhold, er det væsentligt at gøre det klart, hvor stort befolkningens (samfundets) behov er for undervisning i fysik. Man kan groft sige, at behovet afhænger af to faktorer:

- de generelle mål for undervisningen
- de videregående uddannelsers krav og erhvervslivets og uddannelsesinstitutionernes behov for professionelle fysikere.

Vedrørende det første punkt må det være klart i vores højteknologiske samfund, at en person med studentereksamen

bør have beskæftiget sig seriøst med fysik og andre naturfag. Det betyder, at fysik må ind som et obligatorisk fag for alle i gymnasiet. Tager vi demokratiet alvorligt, må vi sørge for, at så mange som muligt får en baggrund, der sætter dem i stand til selvstændigt og kvalificeret at tage stilling både til de teknologiske muligheder og til de store problemer, videnskaben og teknologien har medført af både lokal og global karakter.

Vedrørende det andet punkt kan man henvise til to nyligt udkomne rapporter. Knud Larsen Udvalget har i sin "Handlingsplan for bedre balance på de langvarigt uddannedes arbejdsmarked" placeret ingeniøruddannelserne og universitetsuddannelserne i bl.a. fysik i den gruppe, der betegnes som flaskehalse. Den omfatter uddannelser, der primært henvender sig til vækstområder i erhvervslivet, hvor der vil kunne opstå en mangelsituation. Udvalget peger specielt på det problem, at undervisningen i matematik og fysik i gymnasiet kun tiltrækker et fåtal af pigerne, og selv om det ligger uden for Udvalgets kommissorium henstiller det, at "gymnasieundervisningen på disse to områder tilrettelægges, således at pigerne - og en større del af drengene - får større udbytte heraf". Også det faglige landsudvalg for de naturvidenskabelige uddannelser (FLUNA) har netop udgivet en rapport "Fysikuddannelsen i Danmark". Den beskæftiger sig med indholdet i de videregående fysikuddannelser og med det fremtidige behov for professionelle fysikere. På baggrund af en gennemgang af de fremtidige beskæftigelsesmuligheder i en række erhverv konkluderer rapporten, at "Danmark har brug for væsentlige flere fysikere, end der uddannes".

På denne baggrund må det være rimeligt at konkludere, at undervisningen i fysik i gymnasiet bør styrkes både i bredden og i dybden.

Fagets forskellige dimensioner.

En af de væsentligste forudsætninger for en frugtbar udvikling af fysikundervisningen ligger efter min opfattelse i en erkendelse af, at fysikfaget har en række mere eller mindre ligeværdige dimensioner, der for overskuelighedens skyld kan opstilles i følgende punkter:

1. Videnskabsfagets teorier og metoder,
2. teknologiske anvendelser,
3. samfundsmæssige og historiske aspekter,
4. erkendelsesmæssige og filosofiske aspekter.

I den hidtidige undervisning har hovedvægten været lagt på punkt 1 og i mindre grad på punkt 2. I forslaget "Nyt pensum i fysik" er hovedvægten lagt på 1 og 2 og i mindre grad på 3 og 4. Jeg vil i det følgende argumentere for, at vi arbejder hen mod en undervisning, hvori alle fire dimensioner indgår som en integreret del, således at eleverne får en helhedspræget forståelse af faget.

Kravet om en holdning.

De forskellige dimensioners vægt og indholdet i dem afhænger selvfølgelig både af elevernes forudsætninger og af de faktiske muligheder for indlæring, der f.eks. er beskrevet i forskellige indlæringspsykologiske teorier, men først og fremmest afhænger de af de generelle mål for undervisningen.

I den nuværende gymnasiebekendtgørelse er de overordnede mål af meget generel karakter. Gymnasiet skal give "en almindelig undervisning" og "det nødvendige grundlag for videregående studier", men der er ikke nogen nærmere karakteristisk af, hvori det almindelige består. De nye rapporter om en gymnasiereform er alle mere præcise i for-

muleringen af målene, og i hvert fald to af dem lægger vægt på, at vi får holdningsprægede overordnede mål, og at vi gør os klart, hvad vi mener med almindelse.

I "Rapport fra arbejdsgruppen om gymnasiets fremtid" (Uffe Gravers Pedersen-Rapporten) understreges det, at "det er gymnasieskolens opgave at meddele viden og indsigt, og herved sætte eleven i stand til at udvikle en kritisk holdning". Det pointeres, at undervisning "indebærer et moment af holdningspåvirkning. Pædagogik betyder opdragelse".

I rapporten "De humanistiske fag i gymnasiet" beskrives det, hvorledes "et menneskesyn er en grundbetingelse for de humanistiske fag", og eftersom det også hævdes, at naturvidenskaberne har en humanistisk dimension, må dette menneskesyn altså også ligge til grund for undervisningen i disse fag. Det er også en grundholdning i rapporten, at undervisningen skal give eleverne "selvforståelse, omverdensforståelse og personlig myndighed", og i sammenhæng hermed er det nødvendigt med en undervisning, der resulterer i "værdier og kritisk bevidsthed".

"Forslag til en gymnasie-model" fra Direktoratet for gymnasiet og HF indeholder først og fremmest et forslag til en ny struktur af gymnasiet. Denne rapport går ikke ind i de enkelte fags indhold, men bygger dog sit forslag på en række generelle krav til gymnasiet. I det første af disse krav står, at gymnasiet skal give eleverne en undervisning, der "sikrer deres personlige udvikling og kan gøre dem til samfundsborgere i et kompliceret fremtidssamfund, der hastigt ændrer sig". Denne formulering er ikke så eksplicit som formuleringerne i de andre rapporter. Det er muligvis tilstræbt, da rapporten jo først og fremmest er et strukturforslag, men ikke desto mindre ligger der i formuleringen et klart signal om, at undervisningen skal opdrage eleverne til at kunne fungere i vores demokratiske samfund.

Selv om der er nogenlunde enighed om de generelle mål, kan der selvfølgelig være stor uenighed om delmålene for de enkelte fag, men enigheden er der, om at vi skal vedgå de holdningsmæssige mål, og det er det vigtige.

Det er selvfølgelig ikke meningen, at holdninger og menneskesyn skal indgå som postulater i undervisningen. De skal udvikles på baggrund af "ens livsvilkår og den tradition og historiske sammenhæng, man befinder sig i" (de humanistiske fag i gymnasiet). Dette krav er, efter min opfattelse, lige så vigtig for undervisningen i fysik som for undervisningen i de humanistiske fag. Jeg mener, det er meget vigtigt, at vi får fjernet naturvidenskaber-nes aura af ufejlbarlighed og får det gjort klart; at også fysikken og dens anvendelser har en meget menneskelig baggrund af historisk, psykologisk og anden art.

Den internationale sammenhæng.

Problemerne med fysikundervisningen har vist sig at være af samme karakter i de forskellige vestlige industrialiserede lande, og man arbejder mange steder på at ændre undervisningens mål og indhold. I England er Nuffield-projektet til gymnasieniveau ved at blive ændret, og også i Tyskland arbejdes der på et nyt gymnasiepensum. I Norge er et nyt gymnasiepensum netop blevet vedtaget, og i Holland foregår arbejdet i det såkaldte Plon-projekt.

Det er interessant, at det første overordnede mål i "Fagplan for fysikk" for den videregående skole i Norge (svarende til gymnasiet) er, at eleverne skal:

"opleve, hvordan kunnskap i og forståelse av fysikk utgjør en viktig del av vår kultur, både fordi fysikk og teknikk representerer mye av grunnlaget for vår levestandard, og på grunn av den betydning naturvitenskapen på godt og vondt har hatt for den historiske utvikling og for filosofisk tenkning"

Det understreges, at de enkelte dele i dette mål ikke må henvises til separat behandling. De skal indgå som en integreret del af undervisningen. Der lægges altså med andre ord her op til en helhedspræget forståelse og en undervisning med holdning til de behandlede emner.

Plon-projektet i Holland har som formål at ændre fysikundervisningen i hele skolesystemet, svarende til folkeskolen og gymnasiet. Netop i disse år er man nået til det, der svarer til gymnasiepensum. Også her tager man udgangspunkt i et generelt holdningsmål. Undervisningen skal fremme "elevernes personlige udvikling, så de bliver uafhængige og frigjorte personer", og de øvrige krav understreger stærkt, at formålet med fysikundervisningen er at give eleverne en helhedspræget forståelse med alle fagets fire dimensioner.

For alle fire projekter gælder det, at man arbejder hen mod en øget vægt på de teknologiske emner og på de samfundsmæssige konsekvenser.

En åbning af faget.

Man bør nok her bemærke, at de holdninger og strømninger, der er beskrevet i det foregående, står i skarp kontrast til opfattelsen i den netop udsendte FLUNA-rapport om fysikundervisning på universitetsniveau. Fysik er her lig med dens teorier: mekanik, termodynamik, elektromagnetisme o.s.v., og fysikkens resultater "har ændret samfundenes vilkår og historiens gang". Der er ikke tale om, at samfundenes vilkår og historiens gang har påvirket fysikken. Rapporten konkluderer også, at forsøg på at øge tilgangen af egnede fysikstuderende må tage udgangspunkt i selve faget, "snarere end i forsøg på at placere fysik i bredere sammenhænge af økonomisk, historisk eller sociologisk art".

Så vidt jeg kan se, er FLUNA-rapportens opfattelser i god overensstemmelse med de holdninger, der har styret fysikundervisningen i sidste cirka 20 år, og der er efterhånden en meget omfattende forskning, både i Norden og i de øvrige vestlige lande, der viser, at denne undervisning ikke har givet den ønskede effekt. Denne forskning er behandlet i rapporten fra det nordiske forskersymposium "Fysik i skolen" i Ebeltoft 1984. En vigtig del af resultaterne kan resumeres i følgende punkter:

- hovedvægten er hidtil blevet lagt på videnskabsfaget,
- stofmængden er for stor,
- abstraktionsniveauet er for højt,
- elevernes "forkerte" hverdagsforestillinger bliver ikke berørt af fysikundervisningen,
- pigerne flygter fra fysik.

Det er ikke let at drage sikre konklusioner af disse resultater og iagttagelser. Det er f.eks. ikke systematisk undersøgt, hvordan de forskellige problemer afhænger af hinanden.

Min konklusion af undersøgelsesresultaterne er både, at selve undervisningen i de fagligt-teoretiske emner har været grebet forkert an, og at der har manglet det meget vigtige engagement, der kommer af at inddrage alle de ikke strengt fagligt-teoretiske dimensioner i undervisningen. Vi må åbne for en bredere fagopfattelse af fysik. Åbningen mod teknologierne er vigtig på grund af de nye store teknologiers (f.eks. energiteknologiernes og informationsteknologiernes) samfundsmæssige konsekvenser. Åbningen mod historiske og sociale og kulturelle forhold er dels en følge af de sidste årtiers videnskabsteoretiske studier, og den er en følge af en mere jordnær erkendelse, at fysikken ikke er den værdifrie og ansvarsfrie videnskab, man hyldede, før militærteknologi, miljøproblemer, ressourceproblemer o.s.v. havde nået deres nuværende stadium. Jeg tror, denne åbning er en væsentlig forudsætning for at få fjernet den skepsis mod faget, der vel i stor udstrækning skyldes den meget instrumentelle holdning, der i mange år har ligget bag undervisningen i fysik.

Vi skal selvfølgelig stadigvæk lægge vægt på at forsyne eleverne med færdigheder inden for de traditionelle fysik-discipliner, men vi skal også perspektivere fysikken. Vi skal også beskrive fysikken som den menneskelige aktivitet, den er. Herved kan man ikke alene få en dybere forståelse for den styrke og de farer, der ligger i fagets metode, i den i det væsentlige reduktionistiske holdning, der ligger til grund for fysikerens arbejdsform. Eleverne skal også have en forståelse af den meget menneskelige baggrund, både af social, psykologisk og anden art, der ofte ligger bag fysikkens udvikling og af, at fysikkens eller fysikerens valg af emner har væsentlige elementer af etisk karakter i sig.

Denne holdning til fysikundervisningen er ikke i egentlig modsætning til forslaget "Nyt pensum i fysik". Min væsentligste pointe er, at vi skal tage den alvorligt. Det er ikke nok at henvise de ikke strengt fagligt-teoretiske emner til et enkelt eller nogle få isolerede undervisningsforløb. De skal ind som en integreret del af undervisningen.

Emner og krav.

Fra de generelle mål til en nærmere beskrivelse af fagets indhold med emner og krav er der et godt stykke vej. Det er let at lave en lang detaljeret liste over teorier og emner til undervisningen og over færdigheder, som eleverne skal erhverve i undervisningen, men det må være et selvfølgeligt krav, at undervisningen svarer til elevernes intellektuelle niveau, og at omfanget er passende.

Som tidligere nævnt er de fleste resultater af de senere års pædagogiske forskning af negativ art i den forstand, at de først og fremmest fortæller, at den hidtidige undervisning har lidt under en for stor stofmængde, og at den ikke har haft den ønskede effekt. Desværre hviler de mere detaljerede indlæringspsykologiske teorier og ideer ikke

på et særligt solidt grundlag, men tilsyneladende er der blandt forskere, der beskæftiger sig med indlæring i fysik - i hvert fald i de vestlige lande - en generel enighed om at basere indlæringsteoretiske overvejelser på en såkaldt konstruktivistisk model, der har sit grundlag i Piaget's studier af børns og unges intellektuelle udvikling. Der er derimod ikke nogen klarhed over, hvilke metoder der er de bedste til at fremme den udvikling, der er beskrevet i modellen. Dette meget vigtige problem er netop emnet for det planlagte fællesnordiske NORDELIN-forskningsprojekt.

Uden at gå ind i en detaljeret diskussion af forskellige undervisningsmodeller vil jeg i det følgende beskrive nogle af de betingelser for god undervisning, som jeg mener, man kan uddrage af den konstruktivistiske model. Det er et grundlæggende træk heri, at udviklingen af en persons tankestrukturer (kognitive strukturer) sker sådan, at nye strukturer altid er afledt af allerede eksisterende strukturer. Sagt på jævnt sprog betyder det, at man må møde eleven på elevens grundlag. Man må gå ud fra og bygge på de forestillinger og den viden, eleven har, og man må tage udgangspunkt i elevens holdninger og interesser. Hvis det ikke sker, vil indlæringen ikke resultere i "en afledning af allerede eksisterende strukturer". Resultatet må derfor blive en gold udenadslæren uden engagement og uden nogen nyttevirkning ud over skolesituationen.

En anden side af modellen beskriver, hvorledes udviklingen af tankestrukturer sker gennem en tilpasningsproces, hvor personen indpasser flere og flere fænomener i sine tankestrukturer. Det betyder, at begrebsindlæring ikke kan ske i et snuptag. Indlæringen sker gennem en lang proces, hvor mange fænomener må behandles og indpasses i det allerede indlærte. Meget af den traditionelle undervisning i fysik er undervisning i det generelle indhold i teorier og begreber ud fra den opfattelse, at eleverne så senere, når de får brug for det, kan anvende disse begreber og teorier

på konkrete anvendelser. Denne opfattelse er, ifølge den konstruktivistiske model, forkert, og det har jo også vist sig i den pædagogiske forskning, at sådan virker det ikke. Begreber skal opbygges, og indholdet i dem udvides gennem en anvendelse på mange fænomener.

De to grundlæggende træk i den konstruktivistiske model falder godt i tråd med kravet om en helhedspræget undervisning. Hvis undervisningen skal være af høj kvalitet, må man inddrage så mange dimensioner som muligt i de behandlede emner, og man må vel at mærke bruge den nødvendige tid til en grundig behandling. Jeg opfatter det sådan, at dette ikke alene er en betingelse for, at det indlærte får tilstrækkelig dybde til at kunne anvendes i nye sammenhænge, men også for at indlæringen kan bæres af det nødvendige engagement.

Set i relation både til den nuværende bekendtgørelse og til forslaget "Nyt pensum i fysik" er konklusionen - i særlig grad for den matematisk-fysiske gren - at der må ske en væsentlig indskrænkning i mængden af obligatoriske detaljerede krav både angående fysiske teorier og formler og angående de teknologiske emner. En tilsvarende konklusion er formuleret af Ove Nathan i "Uddannelse", nr. 4, 1982:

"Spørgsmålet er, om der kan skaffes luft i systemet ved at ofre, ikke i dybden, men i bredden. Formålet skulle være at give nogen plads for undervisning, som peger i almindannende retning, både filosofisk og socialt".

Denne formulering understreger, at formålet ikke er at sænke "det faglige niveau". Formålet er at øge kvaliteten - både af det fagligt-teoretiske grundlag og af det faglige engagement. Dette er væsentligt både for den student, der skal videreuddannes i fysik og for den student, der skal bruge gymnasiefysikken som en del af sin almene dannelse.

Paneldiskussion.

Indlæg ved Ib Fischer-Hansen, Direktoratet for gymnasieskolerne og højere forberedelseksamen.

Som embedsmand har man to privilegier - det ene privilegium er, at man kan sidde og lytte til, hvad der bliver sagt, og det andet privilegium er, at man har retten til at sige noget, uden at sige noget. Til gengæld skal man så også være parat til at forsvare en 4. eller 5. løsning, som om det var den bedste løsning på problemerne.

Det, jeg vil komme med, er nogle mere overordnede synspunkter. Som der allerede er sagt, har jeg jo ikke nogen baggrund i fysik, men sidder i den situation, at jeg som embedsmand skal prøve på at finde det balancepunkt, hvor man på samme tid ikke lammes af for stor viden, og dog har viden nok til at erkende, hvilke løsninger der er mulige.

Udgangspunktet - hvis man ser på det ud fra politiske overvejelser - er, at der ikke er behov for forøgelse af arbejdsstyrken inden for det offentlige i en lang årrække. Det betyder, at der må skaffes arbejdspladser i det private erhvervsliv. Teknologirådet fremlagde sidste år forslag til et teknologisk udviklingsprogram. Heri bliver bl.a. understreget at fremme af teknologisk fornyelse og omstilling i erhvervslivet ikke kun er et anliggende for erhvervspolitikken, men at den teknologiske udvikling må støttes af, at den grundlæggende, teknologiske viden, der findes på vore forsknings- og uddannelsesinstitutioner, stilles til rådighed for virksomhederne, f.eks. i form af veluddannede medarbejdere på alle niveauer. Uddannelsen er altså et vigtigt område. Yderligere understreges det af, at behovet for ufaglærte bliver mindre, mens behovet for flere teknikere, med grundlæggende viden inden for teknik, naturvidenskab og fremmedsprog, vil vokse. Bl.a. som en følge heraf har

man øget optagelseskapaciteten i de senere år for beskæftigelsesfagene, og målet er, at op imod 20? af en ungdomsårgang skal gå ind i ingeniør- og teknikeruddannelserne.

Det er naturligvis noget, som en ændret struktur i gymnasiet må tage højde for.

For det første må man, i modsætning til hvad der nu er tilfældet, have en uddannelsesstruktur, som er meget fleksibel. Det er jo ét af modeordene. Hvis man skal give det et konkret indhold, må det vel være noget i retning af, at man må være i stand til meget hurtigt at tage højde for faglig udvikling og for de nye samfundsbehov, som opstår. Et særligt problem i den forbindelse er lærerne og den meget ringe mobilitet, der vil være de nærmeste år. Et centralt spørgsmål er: hvordan kan der skabes større mobilitet? I den forbindelse synes jeg, at man skal tænke på nogle af de ting, der er sagt tidligere i dag: det ville være meget værdifuldt, hvis man også her i landet kunne etablere orlovsordninger med henblik på, at lærere en tid kunne være i erhvervslivet, eventuelt med en halv stilling i undervisningsområdet og en halv stilling i et firma og med tætte kontakter i øvrigt til det lokale erhvervsliv. Det er klart, at der er visse fag, der har bedre muligheder end andre for at hente inspiration af den art, og den hører fysik oplagt til. Endelig må man satsede meget på efter- og videreuddannelsen. Den bliver, efter min mening, meget vigtig. Spørgsmålet bliver, hvor pengene skal hentes, som skal bruges til efter- og videreuddannelsen.

Det andet, som jeg vil fremhæve som noget centralt, er, at man i undervisningen - først og fremmest måske endda - må lægge vægt på at udvikle elevernes kreative evner, således at den enkelte ikke bliver låst fast i en bestemt bås. Det er for øvrigt noget, jeg mener, har betydning både for det job, som man kommer ud i, og betydning for den fritid man skal forme på en eller anden måde.

For det tredje skal det være en struktur, der giver plads til nye fag og kan gøre det relativt nemt sådan, at man ikke kommer i den situation, at hver gang, der opstår et nyt behov, må man ind i lange forhandlinger om, hvordan man kan ændre strukturen for at finde plads til det nye fag. Som sådanne nye fag kunne man f.eks. pege på et teknikfag og et erhvervsøkonomifag.

For det fjerde skal der i en sådan struktur være plads i alle fag til informationsteknologi. Det skal integreres i alle fag.

Også her løber man jo meget hurtigt ind i problemer, der kræver stor fleksibilitet. For øjeblikket giver man en grundlæggende undervisning i gymnasiet i l.g på 30 timer, men det er klart, at i det øjeblik, det slår igennem fuldt ud i folkeskolen, må man give faget et andet indhold i gymnasiet.

For det femte må man være parat til at overveje, om der ikke er visse fag, som står enten for stærkt eller for svagt placeret i fagrækken, sådan som den ser ud i dag. Man har f.eks. peget på fremmedsprogene. Der må også være plads til nye fagkombinationer. En kombination, der er ønsket af eleverne, er engelsk eller et andet fremmedsprog på højt niveau sammen med fag som naturfagene eller matematik. Der skal være plads til, at man hurtigt kan give fagene et nyt indhold, og endelig skal man gerne kunne motivere til uddannelser med et teknisk indhold. Hvis man skal se på, hvor man finder nye rekrutteringsmuligheder, så er det, som allerede sagt, i det væsentlige blandt de sproglige, blandt de samfundsfaglige og dermed altså også i høj grad blandt pigerne.

Hertil kommer en lang række andre aspekter, som er nævnt tidligere. Jeg er meget enig i, at man må understrege, at gymnasiet stadigvæk er en almen uddannelse, der også peger mod det liv, som skal leves uden for ens job. I den forbindelse er det vigtigt at betone det almindennende i naturfagene. Selv om jeg selv har siddet i udvalget omkring de

humanistiske fag, mener jeg, det er en oplagt svaghed, at man i rapporten ikke har inddraget hele gymnasiets fagrække, og at man ikke har prøvet på at lægge de fire udgangspunkter, der findes i rapporten, til grund for en vurdering af samtlige fag.

Det er klart, at det er vanskeligt at løse det problem, der ligger i at gå over fra en struktur til en anden struktur i gymnasiet. Det hænger bl.a. sammen med, at alle, der udtaler sig om gymnasiet i modsætning til mange andre ungdomsuddannelser, selv har gået i gymnasiet. - Enten har man oplevet gymnasiet som noget meget værdifuldt, og af den grund ønsker man, at det skal bevares i den form, som det havde, da man selv gik i gymnasiet, eller også har man oplevet det som en forfærdelig lidelse, og så er det rimeligt, at andre kommer til at lide lige så meget, som man selv gjorde. Vi ved alle, at der ikke er nogen fag, der vil afgive timer - tværtimod. Jeg har prøvet at lægge sammen, efter at man begyndte at tale om reform inden for gymnasiet, hvor mange timer, man ville nå op på, hvis man lagde de timer sammen, som de enkelte fag nu gjorde krav på. I l.g. var det, så vidt jeg husker, 52 timer, der ville blive tale om. Samtidig sidder man jo altså med det problem, at lærerne føler sig klemt - meget forståeligt - og det er også med til at gøre det vanskeligt at foretage ændringer i strukturen.

For øjeblikket ser det jo ud til, at man vil ende med noget med to linier og en tilvalgsstruktur. Det bliver afgørende, hvor man ender med hensyn til tilvalgene, for hvis der kun skal være ét tilvalg, kan man se, ud fra de forsøg, der har været, at eleverne vil vælge helt traditionelt - de vil vælge det sikre. Erfaringen viser, at der skal helst være tre tilvalgsfag, for at man overhovedet får dem til at vælge noget nyt, også fordi forældrene stadig spiller en stor rolle på det tidspunkt, hvor eleverne søger ind i gymnasiet. De ønsker, at deres børn skal vælge det, de mener, er det sikre, men som ikke nødvendigvis er det.

Fysik er et ganske særligt håbløst tilfælde, når det drejer sig om struktur. Det hænger for det første sammen med elevernes holdning. De undersøgelser, der foreligger og de småundersøgelser, man selv kan lave ved at gå og spørge ens nærmeste omgangskreds, viser, at eleverne siger: det er ikke til at se formålet, det er kedeligt, det er for teoretisk, det er svært o.s.v., o.s.v. Det gælder ikke mindst pigerne.

For det andet er problemet skabt før gymnasiet - jeg siger ikke, at det er skabt i folkeskolen, men jeg siger, at det føres videre fra folkeskolen, det er primært et socialiseringsproblem, tror jeg. Vi har den skæve lærerfordeling, 7% af lærerne i fysik i gymnasiet er kvinder, og det er nogenlunde det samme forhold, der gør sig gældende for folkeskolens vedkommende.

Endelig tror jeg også, at der er grund til at understrege den banalitet, at i gymnasiet skal man gerne, samtidig med at man er underviser, også være pædagog. Det er oven i købet sådan nu, at man kan være ængstelig for, at det pædagogiske aspekt bliver svækket på grund af de nydannelser, der finder sted på universiteterne. Derfor bliver man tvunget til at overveje, hvordan man kan styrke det pædagogiske element, f.eks. igennem efteruddannelsen. Der er nogen, der mener, at fysik er det eneste fag, som ikke alle er egnede til at beskæftige sig med, især piger selvfølgelig. Hvis man har den holdning, hvordan skal man så overhovedet få fat i nye elever?

Hvad kan man rent faktisk gøre? For det første har I jo et eksempel liggende foran jer - den Faglige Forenings forslag til forsøgsbekendtgørelse, som er et værdifuldt skridt i den rigtige retning. Det betyder ikke, at jeg mener, at det, der til sin tid bliver den endelige bekendtgørelse, kommer til at se sådan ud, men jeg mener, at man har gjort sig nogle overvejelser over, hvad der bør indgå i faget, om hvad alle skal hå, i hvilken rækkefølge de skal have det og med hvilken vægt.

For det andet er det ønskeligt med en beskrivelse, ikke blot af det høje niveau, der kan være forudsætning for civilingeniør- og universitetsuddannelser o.s.v., men også at man finder frem til et selvstændigt, og jeg understreger ordet selvstændigt, mellemniveau eller måske endda selvstændige mellemniveauer. Hvordan skal de se ud set f.eks. i relation til teknikeruddannelserne eller set i relation til en lang række andre uddannelser?

For det tredje tror jeg det er vigtigt, at man får trukket folk udefra ind i debatten om fysik i gymnasiet og ikke bare folk, der er hentet fra universiteterne og fra Polyteknisk Lærestanstalt. Jeg tror, at det vil være en god idé - og jeg ved også, at der er planer om det - at nedsætte et fysikudvalg, som netop skulle prøve mere overordnet at diskutere faget fysik. Man kunne vel forestille sig, at det endte med en rapport, der prøver på at belyse nogle af de problemer, man har i fysikuddannelsen. Jeg mener i den forbindelse også, at det er vigtigt, at det sker koordineret med et samtidigt arbejde af den art i folkeskolen, gerne så man er tvunget til løbende at holde hinanden orienteret om, hvad der foregår i de to udvalg.

Endvidere er det vigtigt - som det er understreget mange gange i dag - at der er plads i faget. Men på den anden side skal der nok ikke være så meget plads, at det truer gymnasiets studieforberedende karakter i den forstand, at man begynder at anfægte elevernes rettigheder. Det er noget, man godt kan være en lille smule bange for kan ske, fordi et resultat af den krise, man i øjeblikket er inde i, er, at skolerne prøver at løse deres eget problem uden nødvendigvis at tage hensyn til, hvad der tjener eleverne bedst. Det har til resultat, at man kommer med en lang række tilbud til eleverne, som måske ikke altid er lige velgennemtænkte.

Det er vigtigt, at der bliver mulighed for at etablere samarbejde med andre fag, og at man i det øjeblik, man etablerer nye fag, overvejer, hvilke elementer fra fysikken der skal indgå i dem. Det er som bekendt sådan, at der f.eks. er ved at blive nedsat to udvalg om henholdsvis teknologi og erhvervsøkonomi, og i begge kunne man tænke sig, at der blev etableret samarbejde med andre skoleformer, og at der selvfølgelig indgik elementer, som på en eller anden måde også pegede over mod faget fysik.

Der skal også være plads til praktik, og det må gerne have megen vægt, sådan at man forudsætter, at der er en teoretisk behandling på skolen før og efter, og at man kan bruge de erfaringer, man gør ude i praktikken, sådan at det ikke bare bliver en ren fornøjelsestur - et "Sodavandsbesøg".

Så er der det særlige problem med pigerne. Jeg er selv lidt nervøs for, at man fokuserer så meget på pigerne, som man gør. Jeg synes, at det er tilfredsstillende, at man, ved en undersøgelse man har lavet på Københavns Universitet i faget dansk, har kunnet konstatere, at der faktisk ikke er nogen forskel på kvindelige og mandlige forfatteres sprog, og jeg tror også, at det gælder, når det drejer sig om fysik. Det er andre ting, der gør sig gældende, når så få piger kan motiveres for fysik, men det er selvfølgelig vigtigt, at den motivation bliver tilvejebragt. Man kan også forestille sig, at studievejledningen kommer til at spille en vigtig rolle i beskrivelsen af faget.

Endelig - som det sidste - hvor skal fysikken placeres i en struktur med to linier, en sproglig og en matematisk? Det, man måske kunne frygte en lille smule, er, at man sagde, at det kun er matematikerne, der har brug for faget fysik, og selv matematikeren har måske så svært ved det, at det skal laves til et valgfag. Det synes jeg personlig ville være en meget ulykkelig udgang.

Det var et hurtigt rids over nogle af de problemer, som man møder, når man sidder som embedsmand med det her område. Det sidste spørgsmål kan jeg så stille: Hvad er det så i virkeligheden, der skal gøres ?

Indlæg ved Carl P.Knudsen.

Alt undervisning handler om den proces at gøre mennesket fortroligt med sig selv, det samfund, den verden, og den kultur, som det hører hjemme i.

I den nyeste af den senere tids mange officielle rapporter om gymnasiet - den om de humanistiske fag - formuleres målene for dannelsen som selvforståelse og omverdensforståelse.

Hertil føjer rapportens forfattere også personlig myndighed, forstået som evnen til at kunne se på sagerne selv, og ikke skulle have dem tygget for af andre.

Det er vel alene formuleringerne, som er nye. De mange deltagere i de seneste års debat om undervisningens indhold i gymnasiet har måske brugt andre ord, lagt eftertrykket andre steder, men på slagordsniveauet vel været enige med humanist-rapportens dannelsesmål.

Målene er vel heller ikke med eneret for de humanistiske fag. De kan lige så vel dække de naturvidenskabelige, og jeg vil gerne gøre humanist-rapportens flotte ord til mine.

Hvilke muligheder har gymnasiefysikken nu for at tilgode-se sådanne mål. Hvordan kan det oversættes til mere fag-specifikke vendinger. Ja, i det skrift, som fysiklærerforeningen har udsendt med et udkast til et nyt pensum i fysik, er der faktisk flere forsøg på at nærme sig en mere givende formålsformulering, end den der findes i de nugældende bestemmelser. I den seneste reviderede udgave, som endnu ikke er udsendt, siges det omtrent således:

Formålet med undervisningen er at give eleverne

- *en forståelse af det moderne samfund gennem arbejdet med de fysiske principper og metoder, der ligger bag vor tids teknologi samt*

- en indsigt i det moderne verdensbillede og menneskets placering heri ud fra forståelse af grundlæggende fysiske modeller.

Men det er ligesom ikke den del af forslaget, der har vakt fysiklærerne til debat om faget. Der har klart været den største interesse for en diskussion om detaljerne. Kan man nu blive student uden kendskab til relativitetsteori, til vekselstrøm og den slags. Er det ikke synd - især for pigerne - at smide lydlæren ud og putte digitalelektronik ind? Jeg skal selvfølgelig ikke her gentage denne debat om detaljerne.

Derimod har jeg lyst til at fremdrage to mere overordnede punkter, som har været væsentlige for mig i forbindelse med udarbejdelsen af forslaget. Det er "fysik og teknik" og "det eksperimentelle arbejde".

Jeg synes, at der ligger en oplagt mulighed i at demonstrere den betydning, som fysikken har for det moderne samfund, helt konkret ved at beskæftige sig med tekniske emner, f.eks. inden for det meget brede felt som hedder informationsteknologi. Ikke så meget for at give eleverne kendskab til bestemte integrerede kredse eller lignende som for at vise direkte, at den fysiske viden, som eleverne erhverver sig, faktisk kan bruges til at forstå den verden, vi lever i. Det er bestemt ikke ligetil for eleverne at bruge fysik til at forstå noget med, der kan være meget langt fra en teoretisk viden til de praktiske anvendelser, og eleverne har notorisk svært ved at se forbindelsen. Hvis ikke man direkte tager det op i undervisningen og giver det en betydelig plads, tror jeg ikke på, at eleverne ser, at fysiske principper og metoder ligger bag moderne teknologi.

Jeg synes, at det eksperimentelle arbejde ofres alt for lidt interesse i debatten. Det er et område, hvor fysik adskiller sig markant fra de fleste af gymnasiets fag. Der er her indbyggede krav om, at eleverne selv skal

gøre noget, som ikke blot er noget med bøger. Der ligger store muligheder for at tilrettelægge denne del af undervisningen, så der ikke blot stilles krav om reproduktion, men i højere grad lægges vægt på selvstændighed og kreativitet. Udkastet beskriver i nogen detalje, hvordan det kan gribes an.

I debatten om pensumforslaget har det været fremme, om der nu var tid til at læse alle de emner, som der stod i listen. Ser man på emnelisten, så er den jo ligesom i folkeskolen. Ser man den højt oppe fra, så er den ligesom på universitetet - i hvert fald som 1. del af studiet. Så det handler selvfølgelig om, hvor godt man skal beherske stoffet, og hvor dybt man skal nå. Her, tror jeg, man skal gøre sig klart, at en del af styringen simpelthen sker ved den tid, der er til rådighed. Det er derfor lidt meningsløst at diskutere, om man nu kan nå emnerne. Det handler mere om graden af fordybelse. Og den er implicit defineret, idet det er så dybt, man kan nå på de timer, som er til rådighed. Så er det svært at sige, hvor dybt de enkelte emner behandles, men fagemnerne skal hænge rimeligt fornuftigt sammen. Hvor god man bliver til fysik, afhænger jo heller ikke af behandlingen af det enkelte emne.

Med pensumforslaget har vi prøvet at lave en rimelig sammenhængende emneliste. Ønsker man, at eleverne skal fordybe sig i faget, så er der kun en måde at sikre det på - ved at give megen tid til rådighed.

Indlæg ved Kristian Lauridsen, Herlev Statsskole.

Jeg har fundet det lidt problematisk som biologilærer at skulle komme med "refleksioner og vurderinger" i forhold til det nye pensumforslag i fysik. Men da jeg både i og udenfor pædagogiske forsøgssammenhænge har samarbejdet en del med fysik, mener jeg trods alt at vide lidt om, hvad der er positivt ved fysikundervisningen og også lidt om fagets problemer. Endelig er jeg jo også en slags naturvidenskabslærer.

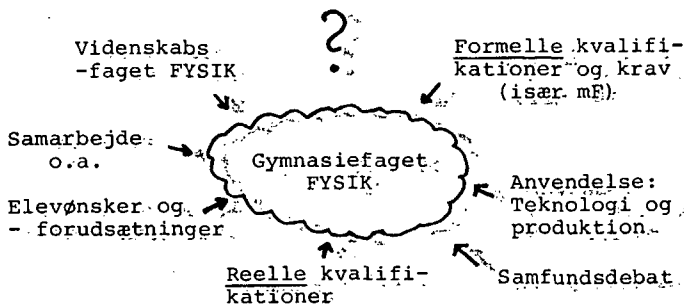
Det er en logisk konsekvens af den almindelige samfundsudvikling, at der nu foreligger et nyt pensumforslag i fysik, og en sådan justering forekommer fornuftig. Men det er positivt, at intentionerne i forslaget lægger op til mere end det og forsøger at placere gymnasiefaget fysik i en ny og spændende sammenhæng.

Den traditionelle fysikundervisning i gymnasiet har - ikke ulig en del andre fag - knyttet sig meget tæt til det, man kan kalde videnskabsfaget. Gymnasiefaget fremstår næsten som en afspejling af videnskabsfaget. Man bevæger sig rundt i det samme lidt statiske idé-univers på gymnasiet som på universitetet. Et univers, hvor man søger at fjerne al "støjen" fra de fysiske abstraktioner. Det har for en stor del af eleverne samtidigt betydet, at man har udeladt en del af de spændende problemstillinger fra undervisningen.

En anden ting, som hviler meget tungt på mange gymnasiefag - også på mit eget - er det tilsyneladende høje faglige niveau, som fagene præsenterer sig med udadtil, f.eks. i forbindelse med en skriftlig eksamen. Det gælder i mit eget fag biologi og vel i endnu højere grad i fysik, at der lægges et kunstigt højt niveau i undervisningen og i eksamensopgaverne, som ikke repræsenterer elevernes reelle forståelse, men mere er et udtryk for et meget stort tids-

forbrug til løsningen af typeopgaver. Jeg vil kalde disse tilsyneladende faglige kvalifikationer, som eleverne erhverver, for formelle kvalifikationer, da de ikke nødvendigvis er udtryk for faglig indsigt. I forhold til fysik oplever jeg således mange gange, at den kvalitative forståelse af eksempelvis energibegrebet er forbavsende ringe i forhold til det, eleverne sidder og regner på i fysikopgaverne. Overførselsværdien er altså som ofte konstateret alt for lille.

Det nye pensumforslag vil, hvis alt går vel, råde bod på de nævnte forhold, fordi faget blødes op og gøres mere dynamisk ved at andre faktorer end universitetsfaget og de formelle kvalifikationskrav kan komme ind og præge udviklingen.



Pensumforslaget lægger således op til en højere grad af samarbejde med andre fag ud over matematik. Det burde give muligheder for, at fagene i højere grad kunne lære af hinanden. Mens mit eget fag, biologi, er et blødt naturvidenskabeligt fag (i grove græk), har fysik for et stort antal elever en placering som et ensidigt hårdt, "bussemandsfag". Det er en urimelig og ikke særlig hensigtsmæssig arbejdsdeling, vi på den måde har i gymnasiet. Her burde biologi, fysik og kemi fordele problemerne og goderne lidt mere. Der burde således være mere luft i fysikken - mere tid til diskussioner, mens man omvendt i biologi burde hjælpe med til, at eleverne fik en rimelig

færdighed i beregninger og lignende. Det er glædeligt, at pensumforslaget giver nogle af disse muligheder, som, hvis de realiseres, vil sætte en udvikling igang. Det vil både elever og lærere med garanti blive meget glade for.

Jeg vil gerne fremhæve nogle andre sider i forslaget, som efter min mening vil give en mere levende og spændende gymnasiefysik. Det gælder fysikkens anvendelse i teknik og produktion. Det må være indlysende, at den udvikling der sker på anvendelsessiden fremover vil få stor indflydelse på fysikfaget i skolen. Også samfundsdebatten bør kunne inddrages i den daglige undervisning i væsentlig større udstrækning end det nu er tilfældet. Forslaget lægger op til, at man kan gøre det. Jeg mener også, at pensumforslaget i øget grad lægger vægt på at give eleverne reelle kvalifikationer i stedet for nævnte formelle. En sådan reel kvalifikation opnår man bl.a. ved at dyrke kreativitet i undervisningen, f.eks. ved at lade eleverne arbejde problemorienteret, induktivt og eksperimentelt på den måde, man har kaldt "Physics by inquiry".

Det er også positivt, at der i forslaget er lagt op til, at elevernes ønsker skal tilgodeses. Det betyder nemlig også, at lærerne i højere grad end nu skal begrunde, hvorfor visse emner er vigtigere end andre, hvorfor en forståelse af begreber som kraft, arbejde og energi er så vigtige, og hvorfor man skal kunne udføre beregninger i denne sammenhæng.

Set med en biologs øjne er den valgfrihed, der er lagt op til i især de naturfaglige klasser, en af de gode nyskabelser i forslaget. Men også placeringen af energi-begrebet er vigtig - langt vigtigere end teoriområder som lyd lære og optik, som nogen her på konferencen har peget på.

Lidt malurt i bøgeret: Med de pensumbeskrivelser, der ligger i forslaget, tror jeg ud fra mine egne erfaringer fra naturfaglig linje, at det bliver svært at opfylde intentionerne på mF-grenen om både at bibeholde den klassiske faglighed og samtidig give luft til samfundsperspektivering og en mere elevorienteret undervisning. I det øjeblik faget bliver mere dynamisk, vil der hele tiden komme nyt stof ind, mens der er en tendens til, at der ikke ryger noget ud af systemet igen. På den baggrund synes jeg, at pensum i bekendtgørelsesforslaget er for snærende. Af andre grunde synes jeg, at det er vigtigt at bevare en mF-gren (eller noget tilsvarende) i gymnasieregi på en måde som er acceptabel for aftagerne, så det er naturligvis et spørgsmål, hvor langt man får lov at gå i retning af en opblødning af grenen. Men jeg ville som lærer nødtigt have et pensum, som er så stort og fastlåst samtidig med at andre krav hældes oveni. Hvis man ønsker, at undervisningen skal gå på to ben, bør der være færre obligatoriske teoriområder.

Et af de problemer, man gerne vil gøre noget ved, er den skæve kønsfordeling i fysik. Det mener jeg bliver meget svært. En undersøgelse, vi har lavet, viser, at den brudflade, hvor pigerne begynder at stå af i forhold til kvantitative beregninger og fysisk-kemisk stof, ligger midt i biologifaget. Der er et godt stykke herfra og til den undervisning, som man i bedste fald ville kunne få realiseret i fysik på baggrund af det nye pensumforslag. Jeg tror desværre ikke, at man kan gøre ret meget ved denne skævhed (i begge retninger), selv om man naturligvis skal prøve. Det er nok i langt højere grad et socialiserings- og uddannelsesspørgsmål, som ligger tidligere end gymnasiet, og som det derfor er ret svært at gøre noget ved i vores del af uddannelsessystemet. Det ville naturligvis være lykkeligt, hvis pensumforslaget i fysik kunne yde et væsentligt bidrag, men mon ikke det kræver generelle uddannelsesreformer af et helt andet omfang?

Den nævnte undersøgelse:

BIOLOGI - PIGER OG DRENGE.

Rapport over en undersøgelse af pigers og drenges forhold til biologiundervisningen i gymnasiet. Nucleus, 1985.

Indlæg ved Helene Sørensen, Fysik & kemilærerforeningen.

Det var med stor interesse, at jeg gav mig i kast med udkastet til den ny bekendtgørelse og undervisningsvejledning. Den er jo blevet diskuteret livligt blandt gymnasielærere, og jeg har hørt kritiske røster rundt omkring. Men umiddelbart så det ud til, at undervisningsvejledningen lægger vægt på sammenhæng i undervisningen. Der er forslag til, hvordan man kan inddrage spørgsmål om fysikkens anvendelse og samfundsmæssige betydning i undervisningen, bl.a. i forbindelse med atom- og kernefysikken.

Men det var B-niveauet. På den matematisk-fysiske gren skal undervisningen være anderledes saglig, og eleverne skal trænes i "at erkende og formulere et problem på en sådan måde, at det bliver tilgængeligt for fysiske beregninger". Hvor atom- og kernefysikken på B-niveauet "indbød til spændende projekter", hedder det på A-niveauet: "De teknologiske aspekter behandles eksemplarisk".

Jeg gav mig til at nærlæse udkastet og glædede mig over, at det forventes, at eleverne i nogle emner havde en baggrund at bygge på fra folkeskolen. Jeg undrede mig lidt over, at det kun var i emner, der er nævnt som nr. 1 og nr. 2 i planen, for emneområderne i folkeskolen er jo en miniudgave af gymnasiets plan, så eleverne burde også have et eller andet grundlag i de andre emner. Men forklaringen er nok den, at selv om det andetsteds i udkastet står, at rækkefølgen af emner ikke er bindende, så alligevel....

Men jeg vil gerne fastslå, at jeg som folkeskolelærer er "ligeglad" med undervisningen i gymnasiet. Jeg kunne ønske mig, at vi i folkeskolen kunne blive fri for denne mini-universitetsuddannelse med den spirale opbygning af indlæringen op gennem undervisningssystemet. Folkeskolens fysik- og kemiundervisning skal efter min mening tage sigte på den "almindelige borger" og bør lægge vægt på dagligdagens fænomener. Det er vigtigt, at eleverne kan bruge deres

hverdagserfaringer i undervisningen, og at undervisningen har relation til deres øvrige liv. Ikke mindst for pigerne har dette betydning, og det er pigerne, der som "problembørnene" er blevet eksponeret for de problemer, som fysikundervisningen har, både i folkeskolen og i gymnasiet.

Hvis man alligevel nærlæser forslaget, får man yderligere et indtryk af den læringsopfattelse, der ligger til grund for beskrivelse af fysikken på den matematisk-fysiske gren. Når det på B-niveauet hedder, at eleverne "gennem arbejdet med... skal få et indtryk af den newtonske mekaniks struktur", hedder det blot på A-niveauet, at de skal "opnå indsigt i...". Gør man ikke det ved at arbejde med det?

Denne læringsopfattelse, som ligger til grund for beskrivelsen af fysikkens indhold for mat-fys'erne, er tilsyneladende baseret på en matematisk baseret, teoretisk indsigt i stoffet. Man skal være saglig, teknisk baseret, og eleverne skal "få forståelse for, hvorledes fysikkens resultater anvendes i teknikken og i andre fag".

(Min understregning). Men samtidig siger forslaget til undervisningsvejledning, at målet for undervisningen er, at eleverne skal opleve fysikken som en dynamisk og åben lærebygning, og at undervisningen skal kvalificere eleverne til at deltage i samfundets debat og beslutninger om den teknologiske udvikling. Hvis man vil opnå dette, må man også give eleverne mulighed for at stille spørgsmål og give vurderinger.

Og i virkeligheden betyder indholdet i denne læseplan intet for A-niveauet, når der ligger den begrænsning, at "Direktoratet fastsætter pensum til den skriftlige prøve samt omfanget af hjælpemidlerne". Man kan jo frygte, at en masse tid går med denne del af pensum i et forsøg på at lære den teknik, der skal bruges i opgaveløsningssituationen til eksamen med at gætte opgavestillerens hensigt og bagefter finde den rette formel i samlingen.

For begge niveauer er der i forslaget retningslinier for omfanget af øvelserne. Jeg vil håbe, at det eksperimentelle arbejde kan komme bort fra "miniforskningsopgaven", hvor det største arbejde med rapporten går med at forklare, hvorfor resultaterne ikke blev som forventet med de hertil hørende usikkerhedsberegninger.

Det er mit håb, at omfanget af pensum og antallet af rapporter i "gammeldags" forstand bliver af et sådant omfang, at det bliver muligt for den enkelte lærer at gøre fysikken til et fag, der har betydning for eleverne - et fag de kan bruge i beskrivelsen af den verden, de lever i, og som har betydning for den fremtid, de kommer til at færdes i.

Referat af paneldiskussionen

ved Søren Brønd.

Referatet er ikke lagt op som en ordret genfortælling af debatten, men derimod forsøgt tematiseret omkring nogle få hovedemner, som var gennemgående og centrale i debatten, nemlig: problemerne ved den nuværende ordning, det faglige indhold i forslaget, det pædagogiske indhold i forslaget, problemer omkring eksamen og problemer ved realiseringen af forslaget.

Diskussionen af de niveaumæssige konsekvenser ved bortfaldet af visse emneområder har præget debatterne i forbindelse med præsentationen af forslaget ved møder rundt om i landet. Derfor lægges der her i referatet relativt større vægt på indlæg i debatten, der omhandler perspektiverne ved og realiseringen af forslaget, hvilket der måske fra arrangørernes side især var lagt op til debat af.

Problemerne

Udgangspunktet for debatten var, at der er et behov for en ændring af fysikundervisningen i gymnasiet, hvilket også er baggrunden for, at fysiklærerforeningen har udsendt et forslag til nyt pensum i fysik.

Undervejs i debatten blev det overordnede mål for fysikundervisning trukket således op: "Der skal undervises af hensyn til eleverne og deres evne til at klare sig længere fremme i tilværelsen". Diskussionen centrerede sig i forlængelse heraf også meget om, hvilke behov der skal imødekommes: Skal undervisningen først og fremmest lægges til rette for dem, der skal studere fysik på højt niveau, eller skal den snarere tage hensyn til det store flertal, der skal ud i erhvervslivet eller i ikke-naturvidenskabelige videregående uddannelser?

Selvom de fleste nok mente, at tiden er inde til en reduktion af videnskabsfaget fysiks dominerende plads i gymnasie-

pensummet, var der dog en vis usikkerhed med hensyn til det ønskelige i en generel niveausænkning. Konklusionen blev, at der skal arbejdes for, at flere af eleverne finder det meningsfyldt i sig selv at lære fysik i gymnasiet.

Der blev efterlyst nogle udspil fra industrien, som kan medvirke til at klargøre, hvilket kendskab til fysik der er brug for i erhvervslivet. Industrien må gå med ind i den nødvendige udvikling af fysikundervisningen.

Undervisningens indhold

Der var udbredt enighed om, at stof-mængden også i forslaget er for stor - til trods for at nogle emneområder og dele af andre er blevet skåret væk. Forslaget blev kritiseret for ikke i tilstrækkelig grad at have frigjort sig fra de traditionelle emnelister. Ikke mindst med hensyn til B-niveauet havde en større ændring været ønskelig. Det blev således fremhævet, at emnelisterne til forveksling ligner dem fra folkeskolen og universiteterne, hvor de også synes problematiske. Forskellene i niveau mellem uddannelsessystemets trin består således af, i hvilken grad man går i dybden med stoffet og ikke så meget af forskelle i bredden af stoffet. Det blev endvidere fremført, at fysikken er et sammenhængende hele, som det er vanskeligt at tage dele ud af. Det blev påpeget, at løsningen næppe ligger i enten at sænke niveauet en smule eller skære et område hist og pist. Man skulle snarere tænke i en mere gennemgribende omstrukturering, således at man kom til at arbejde mere med tværgående emner, som fx. energi og atomfysik. Dette ville endvidere give større mulighed for at undervise i den moderne fysik, som af eleverne opfattes som langt mere interessant.

Forslaget blev i flere indlæg rost, fordi der i det lægges op til, at der i undervisningen inddrages aspekter, der ligger udover fysikkens faggrænser, samt at det opfordrer til, at man i undervisningen også beskæftiger sig med fysikkens "meta"-perspektiver.

Pædagogikken

Udover den formodede positive pædagogiske effekt ovennævnte indholdsmæssige ændringer forventedes at medføre, blev den omdefinering af faget, forslaget lægger op til, hilst velkommen. Fra at være en interesse for de få udvalgte lægges der op til i højere grad at betragte det at beskæftige sig med fysik som en dagligdags aktivitet.

Forslaget blev desuden rost for at lægge op til en opprioritering af de dele af undervisningen, der planlægges af læreren og eleverne i fællesskab - blot var der ikke skabt plads nok i pensumforslaget til disse aktiviteter, især ikke for A-niveauets vedkommende.

Eksamen

Hen gennem debatten fremstod den skriftlige eksamen, i den form vi kender den i dag med centralt stillede opgaver, som en vanskelig hindring for gennemførelsen af forslagets intentioner. Ikke mindst hvad angår de valgfrie områders opprioritering, er denne prøveform u hensigtsmæssig. Der blev stillet spørgsmålstegn ved, om denne form for opgaveregning overhovedet er brugbar som grundlag for bedømmelse af elevens evne til at gennemskue og bearbejde fysiske problemstillinger. Både fra flere af deltagerne og fra ministeriets side blev der udtrykt ønske om en mere smidig prøveform. Flere modeller blev diskuteret, uden at nogle af dem dog blev fundet egnede.

På den anden side blev det gjort klart, at det ikke er den skriftlige eksamen i sig selv, der volder eleverne de største kvaler. I en årrække har resultaterne fra studentereksamen været ganske pæne.

Opmærksomheden blev også henledt på, at den centralt styrede kontrol må ses som en af omkostningerne ved ramnestyret undervisning. Alternativet til en centralt styret kontrolforanstaltning i slutningen af 3.g vil være, at der måtte gives langt snævrere rammer for planlægningen af undervisningen, sådan som det bl.a. kendes fra Sverige.

Det blev i denne forbindelse påpeget, at der i forslaget er indarbejdet nogle bemærkninger om afholdelse af eksamen.¹⁾ Det er hensigten med disse formuleringer at gøre det nemmere at bringe eksamens form og indhold i overensstemmelse med udviklingen i undervisningen.

Realiseringen af forslaget

Muligheder for og virkemidler til at gennemføre reformforslaget blev diskuteret. Forskellige virkemidler blev fremlagt; men det blev slået fast, at metodefriheden ubetinget skal fastholdes. Det blev fra ministeriets side påpeget, at det var ønskeligt, at efteruddannelsen blev styrket, hvilket der var bred enighed om.

På den anden side blev der også gjort opmærksom på, at det eksisterende lærerkorps som sådan besidder en ikke ringe mængde inertie. Forslaget skal således ses som et kompromis mellem de meget reformivrige, som nok vurderer forslaget som værende ikke særligt vidtgående og de mere traditionsbunde lærere, for hvilke det at efterleve reformforslagets intentioner nok vil kræve en væsentlig arbejdsindsats.

Iøvrigt blev det nævnt, at der i løbet af kort tid vil blive udsendt en revideret udgave af reformforslaget, som tager højde for noget af den kritik, der er blevet fremført på den række af regionalmøder, der har været afholdt i forbindelse med forslagens udsendelse.

1) "Direktoratet fastsætter pensum til den skriftlige prøve samt omfanget af hjælpemidlerne". s.6 i forslaget.

Concluding remarks

Brian Davies:

It must be obvious to all of you that it is an extreme form of Danish kindness and an embarrassing politeness to ask me to bring a day such as this to a close.

I appreciate the compliment you pay me and I am very grateful for it, but my inadequacy during the whole day has been completely exposed by the fact that I have been sitting next to Helge, and in the time I have written half a page of notes, he has written one hundred and eighty seven. He has worn out two pens, and I learnt some Danish swear words when the pens ran out at important points in the proceedings. However, psychologically one of the advantages of not really grasping what is going on is that you do tend to hear, and think you understand these speakers whose views appear to with agree your own, and sometimes those whose different views enable you to develop your own point of view further. For example, Jens Krumholt, mentioned that the problem we face is not what we can do, but what at this moment needs to be done. Further, that you are not going to have one job for life, but that you are likely to have several. Certainly needs will change as time goes on and there is no magic answer for any set of needs except for a short time. However, what will remain, no matter what happens to syllabuses, are the sorts of skills you learn as a physicist which will be useful for engineering and other areas of work. (In Britain 30% of physicists employed become some form of engineer and I believe that 50% of chartered engineers began as physicists). Skills such as building up and breaking down problems, asking the right sorts of questions, estimating intelligently, using models and analogies, expressing a written passage in terms of graphs or equations, and translating equations and graphs into prose. Mathematical techniques and communication skills are also learnt....

Physicists are useful in industry because they have a broad background and can act as trouble-shooters. They can move from helping in one specialist area, to another. At an IOP Conference a "What kind of physicists does industry want?" industrialists confirmed the value of physicists for precisely the characteristics described. Academic life may demand more - in the USA the most valued personality trait for university researchers was recently found to be "A willingness to challenge the authority of superiors in the group". The need for these types of skills and people is likely to remain and our courses should, at all times, take account of such universal requirements which may be used in various job.

It has been said that the industrial structure of Denmark is very different from that in England, and so does not lend itself to some of the partnerships suggested. In particular, Denmark is full of small industrial companies. In the UK it is the small local company whom we like to involve, particularly for our physics at work exhibitions. Initially there may be a diffidence to co-operate, but by talking a lot, explaining with the help of slides, photographs and videos how they might take part, we have not only been able to persuade such companies to help, but we have also change attitudes to the extent that firms are starting to approach us to be involved. There's only one way to find out if such schemes could work here of course: someone has to be responsible for starting things up...

Good luck with your new schemes, and thank you.

EFTERSKRIFT

Denne rapport er desværre af mange årsager stærkt forsinket, men slet ikke uaktuel.

Der er i mellemtiden fremkommet et strukturforslag fra undervisningsministerens hånd, som indebærer en klar svækkelse af fysikundervisningen i gymnasiet. Dette er i modstrid med det erklærede mål om en styrkelse af fysikundervisningen. Der ser også ud til, at strukturen er i modstrid med, at der skal rettes op på den skæve kønsfordeling, idet fysik kan bortvælges i langt større omfang end før.

Der er også nedsat et udvalg, der skal undersøge fysikundervisningens forskellige problemer og aspekter og komme med rekommandationer til undervisningsministeren med henblik på en kommende fysikundervisning i gymnasiet.

Debatoplægget til nyt pensum er ligeledes afløst af et egentligt forslag.

Endelig vil vi gerne rette en tak til bidragsyderne for deres hjælpsomhed i forbindelse med færdiggørelsen af denne rapport.

Albert Chr.Paulsen

Deltagerliste

Crilles Bacher, Fredericiagade 53, st., 1310 København K.

Arne Beck, Ajstrupvej 27, 8340 Malling.

Karin Beyer, Tornehøj 128, 3520 Farum (IMFUFA).

Leif Birch, Næstved Gymnasium.

Knud Maack Bisgård, Kgl. Veterinær- & Landbohøjskole (KVL),
Fysisk Laboratorium, Thorvaldsensvej 40,
1874 København V.

Søren Brønd, IMFUFA.

Finn Christiansen, Kanehaven 77, 8240 Risskov.

Brian Davies, London.

Bill de Place, Slotsvej 23A, 2920 Charlottenlund.

Bent Elbek, Niels Bohr Institutet, Tandem Accelerator Lab.,
Risø, 4000 Roskilde.

Finn Elvekjær, Provstparkvej 9, 8270 Højbjerg.

Jørgen Fakstorp, Skovvej 75A, 2930 Klampenborg.

Bjørn Felsager, Thorsvej 8, 3460 Birkerød.

Flemming W.Hansen, UM. f.erh.udd., Højbro Plads 4, 1200 Kh.-K.

Gunnar Schiøtt Hansen, Vestre Kirkevej 11, Himmelev.
4000 Roskilde.

Ib Fischer Hansen, Direktoratet for gymnasieskolerne,
Amagertorv 14, 1160 København K.

Inge Heise, Bülowvej 12, 1870 København V.

Erik Helkjær, Ny Skelgårdsvej 15, 2770 Kastrup.

Carsten Kongegaard Holmboe, Hybenhaven 14, 3450 Allerød.

Jens Høj, Næstved Gymnasium.

Jens Højgaard Jensen, IMFUFA.

Jørgen Thorup Jensen, Langholmen 10, 2630 Tåstrup.

Ulla Kürstein Jensen, Rebæk Søpark 3, lejlighed nr. 220,
2650 Hvidovre.

Jannik Johansen, Jahnsensvej 27B, 2820 Gentofte.

Bent C.Jørgensen, IMFUFA.

Carl P.Knudsen, Åtoften 14, 2990 Nivå.

Helge Kragh, Magnolievangen 41, 3450 Allerød.

Jens Krumholt, Holsteinsgade 40, 2100 København Ø.

Aage B.Kræmmer, Mariagade 7, 4 30 Maribo.

Kristian Lauridsen, Lindevangsvej 16B, 3460 Birkerød.

Torben Lenskjær, Borups Allé 10, III., t.h., 2200 København N.

Finn Lindberg, Sverigesvej 9, 4180 Sorø.

Hans Lütken, Munkedammen 34, 2650 Hvidovre.

Henning Marcussen, Vagtelvænget 212, 2980 Kokkedal.

Arne Mikkelsen, Æbleparken 16, Søften. 8382 Hinnerup.

Thomas Momerup, Bakkevej 10, 3500 Værløse.

Hans Møller, Landlystvej 47, 2650 Hvidovre.

Kai Neergård, Enhøjsparken 10, 3450 Allerød.

Børge Degn Nielsen, Hyldehaven 45, 8520 Lystrup.

Hans Nielsen, Søbredden 11A, 2820 Gentofte.

Henry Nielsen, Det fysiske Institut, Aarhus Universitet,
8000 Århus C.

Verner Nielsen, Dalstrøget 107, I., m.f., 2860 Søborg.

Niels Nygaard, Tønningvej 11, 8600 Silkeborg.

Stig Obel, studielektor, Tvingsvej 11, Annisse. 3200 Helsingø.

Helge Kastrup Olsen, IMFUFA.

Malte Olsen, Soldraget 27, 3460 Birkerød.

Albert Chr.Paulsen, IMFUFA.

Lisbet Pedersen, Odinsvej 64, 7620 Lemvig.

C.Petresch, DLH - Fysisk Institut, Emdrupvej 115B,
2400 København NV.

Ejvind Poulsen, Vandtårnsvej 23, 2860 Søborg.

Carsten Rygner, Ibsgården 162, 4000 Roskilde.

Agnete Stage, Næstved Gymnasium.

Conni Steensgård, Nordvanggårdsvej 11-77, 3460 Birkerød.
(Samfundsfagslærerforeningen).

Helene Sørensen, Vibeholmsvænget 11, 2635 Ishøj.

Poul V.Thomsen, Det fysiske Institut, Aarhus Universitet,
8000 Århus C.

Ulrik Lyager Thomsen, Søllerød Park 9-6, 2840 Holte.

Mette Vedelsby, Thorsvej 8, 3460 Birkerød.

O. Østergaard, P.Malmkjærvej 8, 8600 Silkeborg.



NYT PENSUM I FYSIK

- DEBATOPLÆG FRA FYSIKLÆRERFORENINGENS STYRELSE

© Fysiklærerforeningen 1984

Tilrettelæggelse: Kai Gregersen og Steen Hoffmann.

Sats og tryk: Budolfi Tryk, Aalborg.

NYT PENSUM I FYSIK

Til fysiklærerforeningens medlemmer!

I det væsentlige underviser vi i dag i gymnasiet i fysik i et pensum, der er fastlagt i begyndelsen af 60'erne. Gymnasiefrekvensen er mere end tredoblet siden da. Det samfund gymnasiasterne skal forberedes til er fundamentalt ændret, ikke mindst på grund af den digitale revolution. Ændringerne i resten af uddannelsessystemet stiller nye krav til undervisningen.

Der er således gode grunde til at foretage en generel revision af gymnasiets struktur og indhold. Fysiklærerforeningens styrelse ser helst en revision af fysikpensum i gymnasiet i sammenhæng med en generel gymnasiereform. Men vi kan ikke blive ved at vente, uden nogen form for sikker viden om hvornår en eventuel ændring kan træde i kraft. Vi har derfor valgt, i lighed med en række andre fag, at prøve at få lavet en revision af fysikpensum inden for de eksisterende rammer. Det vil sige uden ændringer af gældende timetal, timernes placering på de enkelte gymnasieår, retterreduktionernes størrelse osv. Som baggrund for vort arbejde ligger en lang række tidligere erfaringer, af hvilke der i alt fald er grund til at pege på:

- »MFK 90«. (Matematik, Fysik og Kemilærerforeningernes debatskrift fra september 1978).
- »Debat om FYSIK og KEMI i fremtidens gymnasium«. (Foreningen af Fysik- og Kemilærere ved Gymnasier og Seminariers debatskrift ud fra debatten på årsmødet 1979. December 1979).
- »Fysik 85«. (Fysiklærerforeningens debatskrift fra oktober 1981) med de to tilhørende bilagshefter:
- »Fysik og datamaskiner«. (December 1981).
- »Nye skriftlige opgaver«? (December 1981).
- GF-rapport nr. 4. »Fysik i gymnasiet -

lærernes mening«. (Det Fysiske Institut, Århus Universitet. Februar 1984).

- Forsøgsarbejdet i fysik, specielt mS-forsøget, der stadig er i fuld gang.

- Det almindelige faglige og fagdidaktiske udviklingsarbejde, der bl.a. har været præsenteret på en lang række efteruddannelsesmøder, regionalmøder, i F&K-forlagets og andre forlags bøger etc.

Sammenfattende er intentionen i det foreliggende forslag at prøve at løse eller lette en række mere eller mindre konkrete problemer med det eksisterende pensum. Specielt skal her fremhæves (i lidt vilkårlig rækkefølge):

1) 1.g i dag er for hård.

Det er ønskeligt med en blidere overgang fra 9.-10. klasse, der bedre er afpasset de ændrede forudsætninger vore elever kommer med.

2) Edb skal placeres centralt i fysikpensum.

Fysik har væsentlige ting at bidrage med i forbindelse med fælleskurset og dets opfølgning. Det gælder såvel anvendelsen af edb-udstyr til simuleringer, beregninger, processtyring og kontrol, som hvad angår indmaden i edb-anlæg, og hvorledes den virker.

3) Moderne teknologi og fysiks placering i samfundssammenhæng bør styrkes.

Vort fag må være det bedst egnede til at introducere den moderne teknologi, som til stadighed diskuteres og problematiseres i den løbende debat. Der er ikke grund til at tro, at fysiklærere skulle være mindre kvalificerede til at præsentere en sådan ofte ganske subjektiv debat end andre faglærere.

4) Systemet med øvelser + rapport er for stift.

Det er vanskeligt inden for de gældende bestemmelser at lave en pas-

sende progression fra »journal-øvelser« til det mere selvstændige arbejde. Der er ikke åbnet mulighed i dag for, at man i længere eksperimentelle øvelses-forløb kan lave grupperapporter.

5) Der savnes luft i det gældende pensum.

Målet er ikke at nå mindre, men at få tid til at følge ideer, der opstår undervejs. Elevernes valgfrihed har specielt på B-niveauet ofte været rent illusorisk. Dette må ikke blive et barberet A-niveau. Det er vigtigt, at der er tid til at gøre tingene på en måde, hvor man med nogle temaer, øvelsesserier eller andre forløb kan gå i dybden.

6) En række relikter har i dag en utilfredsstillende position.

Såvel relativitetsteorien, stjerners struktur og opbygning, som vekselsstrømsafsnittet på A-niveauet er ufuldstændige stumper af væsentligt stof, som der blot ikke har været plads til. Det er utilfredsstillende således at sætte sig mellem to stole. Enten skal emnerne styrkes, eller også skal de sløjfes. I det foreliggende forslag har vi valgt at sløjfe dem som obligatorisk stof.

7) Det gældende pensum synes at have en uønsket kønssorterende funktion.

Der synes ikke at være tvivl om at det først og fremmest er fysikundervisningen, der skræmmer pigerne væk fra mF-grenen. En række gennemførte eller igangværende projekter har tydeliggjort problemet. Det synes også klart, at også mange drenge skræmmes væk af de samme ting. Det er vort håb, at en løsning på 1), 4), 5) og måske 3) ovenfor kan være med til at afhjælpe problemet.

8) Hvorfor skal kun faget fysik have fast 1.g pensum.

Det er rimeligt, at man på den enkelte skole har et fælles 1.g pensum af hensyn til grenvalget. Men det er en dum binding, at alle skoler skal have det samme fællespensum i 1.g. Andre fag kan leve med småproblemerne omkring skoleskift, så må vi også kunne.

Hovedindholdet i denne udsendelse er et udkast til en ny bekendtgørelse med tilhørende undervisningsvejledning til fysik i gymnasiet. Det er udarbejdet i samarbejde mellem FYSIKLÆRERFORENINGENS styrelse og vore to fagkonsulenter.

Forslaget er at betragte som et debatoplæg.

Vi har forsøgt at sammenskrive et passende kompromis, en slags essens, af de overordentlig mange tilkendegivelser, debatindlæg osv., der er fremkommet de sidste år, selv om disse hver for sig ofte har været indbyrdes modstridende. Vi har samtidigt forsøgt at udarbejde et forslag, der er med til at løse problemerne 1)-8) ovenfor.

På midtersiderne af denne udsendelse er trykt tidsplanen for en række regionalmøder, hvor forslaget er et hovedpunkt. Vi håber, at mange inden regionalmøderne får tid til at holde formøder på de enkelte skoler. Og vi håber i særdeleshed, at mange vil benytte lejligheden til at møde frem på regionalmøderne, og her fremlægge deres forslag til forbedringer, ændringer osv. Også debatindlæg til bladet er velkomne. Til alle regionalmøderne vil styrelsen og fagkonsulenterne være repræsenteret, så vi kan samle alle tilkendegivelser sammen.

Det er vort håb, at der ud af denne proces kan fremstå en sådan consensus om form og indhold af »det nye pensum«, at det vil være muligt at sammenskrive en ny udgave af vort forslag, som der kan herske rimelig bred enighed om. Denne skal så i en prøveperiode kunne vælges som alternativt pensum for de skoler, der ønsker at prøve det.

HUSK AT SE TIDSPLANEN FOR REGIONALMØDERNE PÅ DETTE HEFTES MIDTERSIDER.

28.10.1984.

På styrelsens vegne
Helge Kastrup Olsen.

Udkast til ny bekendtgørelse og undervisningsvejledning

§ 19. Fysik.

Den matematiske linje.

Formål:

Formålet med undervisningen er, at eleverne skal erhverve indsigt i fysik som en matematisk præget naturbeskrivelse på eksperimentelt grundlag, samt opnå kendskab til fysikkens betydning i det moderne samfund.

A. 1. gymnasieklasse og den matematisk-fysiske gren

Undervisningen:

Undervisningens mål er:

- at eleverne opnår en sammenhængende forståelse af centrale områder af den klassiske og den moderne fysik,
- at eleverne lærer at tilrettelægge og udføre fysiske målinger og at redegøre selvstændigt for eksperimentelle undersøgelser,
- at eleverne behersker et afgrænset stofområde så godt, at de med udgangspunkt i det selvstændigt kan foretage overvejelser og beregninger i tilknytning til fysiske problemer, og
- at eleverne får forståelse for, hvorledes fysikkens resultater og metoder anvendes i teknikken og i andre fag, sådan at eleverne bliver i stand til
 - at analysere og vurdere information med et fysisk og teknisk indhold.
 - at erkende og formulere problemer, der er egnede til at behandles med fysiske metoder,
 - at udvælge og anvende passende eksperimentelle og teoretiske metoder til behandling af sådanne problemer, og
 - at udtrykke sig mundtligt og skriftligt om fysiske og tekniske emner.

Undervisningen omfatter:

1. Energi

Undervisningen skal uddybe elevernes kendskab til energi og energibevarelse og give eleverne forståelse af energi-begrebets centrale betydning både som grundbegreb i alle fysikkens discipliner og i teknik og dagligdag.

Emner:

Forskellige energiformer og energiomdannelser. Effekt. Temperaturbegrebet, termodynamikkens 1. hovedsætning, varmekapacitet, overgangsvarme, varmeledning. Energikilder, energilagring og energikvalitet.

2. Elektriske kredsløb

Undervisningen skal bygge videre på elevernes kendskab til kredsløb med stationære strømme. Eleverne skal opnå færdighed i at beregne og måle strømstyrker og spændingsforskelle i kredsløb med lineære komponenter. Undervisningen skal endvidere omfatte eksempler på ikke-lineære komponenter og aktive komponenter, behandlet overvejende eksperimentelt og kvalitativt. Principperne for nogle vigtige elektriske elektroniske måleinstrumenter og målemetoder skal omtales.

Emner:

Strømstyrke og spændingsforskelle, resistans, resistivitet, elektromotorisk kraft, effekt, energi. Karakteristikker. Analog og digital repræsentation af data. Portkredse og koblinger af portkredse.

3. Atom- og kernefysik

Eleverne skal opnå forståelse af centrale kvantefysiske begreber og deres anvendelse i atom- og kernefysik, her-

under den eksperimentelle evidens for kvantefænomener samt den moderne fysiks indeterminisme. Tekniske anvendelser af atom- og kernefysikken og konsekvenser heraf skal behandles.

Emner:

Elektromagnetiske bølger, herunder interferens som evidens for bølgenatur, det optiske gitter, Bragg-refleksion, røntgenstråling. Spektre, emission og absorption af stråling i frie atomer. Fotelektrisk effekt. Partikel-bølge dualitet. Bohrs atommodel. Atomare elektronsystemers struktur.

Atomkernernes bestanddele og struktur. Ækivalensen mellem masse og energi, kernernes bindingsenergi, kerneprocesser. Radioaktivt henfald. Vekselvirkning mellem stråling og stof. Kerneraktorer. Naturligt og kunstigt strålingsmiljø. Strålingsbeskyttelse.

4. Mekanik

Eleverne skal opnå indsigt i den newtonske mekaniks struktur, herunder mekaniske modellers natur og begrænsning, samt determinismen i den klassiske fysik.

Emner:

Lineær bevægelse med konstant hastighed og konstant acceleration, lineær harmonisk bevægelse, bevægelse i homogene kraftfelter, jævn cirkelbevægelse. Mekanikkens energisætning. Gravitationsfeltet fra et centrallegeme, satellitbevægelse. Stød. Kinetisk molekylteori, tilstandsligningen for en idealgas.

5. Elektriske og magnetiske felter

Undervisningen skal give eleverne kendskab til simple elektriske og magnetiske felter og forståelse af sammenhængen mellem kraftlove og feltbeskrivelse.

Emner:

Måling og beregning af elektrisk potential, elektrisk feltstyrke og magnetisk fluxtæthed. Elektromagnetisk induktion. Ladede partiklers bevægelse i homogene elektriske og magnetiske felter. Komponenterne kapacitor og induktor.

6. Digitalelektronik og informations-teknologi

Eleverne skal opnå forståelse af, hvordan information kan repræsenteres, lagres, transmitteres og bearbejdes i elektroniske digitale systemer, samt kendskab til anvendelsen af sådanne systemer til beregning, styring og kontrol.

7. Fysikkens verdensbillede

Dette hovedemne skal perspektivere og afrunde de øvrige hovedemner, sådan at eleverne opnår en dybere forståelse af fysik som erkendelsesform samt forståelse af, at den fysiske erkendelse er dynamisk og udvikler sig i samspil med anden menneskelig erkendelse.

8. Valgfrit stof

I undervisningen skal der inddrages stof ud over det, der er nævnt under de enkelte hovedemner. Dette stof vælges frit under lærerens ansvar for, at arbejdet med det tjener til at opfylde formål og mål for fysikundervisningen.

En del af det valgfrie stof skal behandles i form af længerevarende sammenhængende forløb, valgfrie emner. Sådanne valgfrie emner skal indgå i et omfang svarende til mindst 45 lektioner.

Eksamen:

Der afholdes en skriftlig og en mundtlig prøve.

Der gives fire timer til den skriftlige prøve. Direktoratet fastsætter pensum til den skriftlige prøve samt omfanget af hjælpemidlerne.

Til den mundtlige prøve opgives et pensum, som er ca. en tredjedel af det læste stof. Desuden opgives 15 eksperimentelle emner. Eksamenspensum vælges ligeligt fra de forskellige dele af det læste stof, og mindst to valgfrie emner skal helt eller delvist indgå i eksamenspensum. De opgivne eksperimentelle emner kan vælges såvel inden for som uden for det opgivne teoretiske pensum.

Den enkelte elev prøves i to spørgsmål,

ét i det opgivne teoretiske pensum og ét i de opgivne eksperimentelle emner. Der gives en forberedelsestid.

B. 1. gymnasieklasse og den samfunds-faglige, den naturfaglige og den musikfaglige gren

Undervisningen:

Undervisningens mål er:

- at eleverne får et indtryk af fysikkens genstandsområde og arbejdsmetoder, samt at de får en sammenhængende forståelse af udvalgte områder af den klassiske og den moderne fysik,
- at eleverne lærer at udføre enkle fysiske målinger og beregninger og at redegøre selvstændigt for eksperimentelle undersøgelser, og
- at eleverne får forståelse for, hvorledes fysikkens resultater og metoder anvendes i teknikken og i andre fag, sådan at eleverne bliver i stand til
- at analysere og vurdere information med et fysisk og teknisk indhold,
- at anskue og behandle problemer med en fysisk baggrund ved hjælp af fysiske metoder, og
- at udtrykke sig mundtligt og skriftligt om fysiske og tekniske emner.

Undervisningen omfatter:

1. Energi

Undervisningen skal uddybe elevernes kendskab til energi og energibevarelse og give eleverne forståelse af energi-begrebets centrale betydning både som grundbegreb i alle fysikkens discipliner og i teknik og dagligdag.

Emner:

Forskellige energiformer og energiomdannelser. Effekt. Temperaturbegrebet, termodynamikkens 1. hovedsætning, varmekapacitet, overgangsvarme, varmeledning. Energikilder, energilagring og energikvalitet.

2. Elektriske kredsløb

Undervisningen skal bygge videre på elevernes kendskab til kredsløb med stationære strømme. Eleverne skal opnå færdighed i at beregne og måle strømstyrker og spændingsforskelle i kredsløb med lineære komponenter. Undervisningen skal endvidere omfatte eksempler på ikke-lineære komponenter og aktive komponenter, behandlet overvejende eksperimentelt og kvalitativt. Principperne for nogle vigtige elektriske og elektroniske måleinstrumenter og målemetoder skal omtales.

Emner:

Strømstyrke og spændingsforskel, resistans, resistivitet, elektromotorisk kraft, effekt, energi. Karakteristikker. Analog og digital repræsentation af data. Portkredse og koblinger af portkredse.

3. Atom- og kernefysik

Eleverne skal stifte bekendtskab med centrale kvantefysiske begreber og deres anvendelse i atom- og kernefysik, herunder den eksperimentelle evidens for kvantefænomener samt den moderne fysiks indeterminisme. Tekniske anvendelser af atom- og kernefysikken og konsekvensen heraf.

Emner:

Elektromagnetiske bølger, herunder bølgers interferens som evidens for bølgenatur, spektroskopiske metoder. Spektre, emission og absorption af stråling i frie atomer. Fotopelektrisk effekt. Bohrs atommodel.

Atomkernerens bestanddele og struktur, ækvivalensen mellem masse og energi, kernerens bindingsenergi, kerneprocesser. Radioaktivt henfald. Kernereaktorer. Naturligt og kunstigt strålingsmiljø, strålingsbeskyttelse.

4. Mekanik

Gennem arbejde med den lineære bevægelses mekanik skal eleverne få et indtryk af den newtonske mekaniks struktur, herunder mekaniske modelers natur og begrænsning, samt determinismen i den klassiske fysik.

Emner:

Lineær bevægelse med konstant hastighed og konstant acceleration. Lineær harmonisk bevægelse. Mekanikens energisætning. Stød. Plan bevægelse behandles med henblik på anvendelse i den øvrige del af stoffet.

5. Elektriske og magnetiske felter

Undervisningen skal give eleverne kendskab til simple stationære elektriske og magnetiske felter i vacuum, samt til anvendelser af sådanne felter i teknik og dagligdag.

Emner:

Elektriske og magnetiske kræfter. Eksempler på ladede partiklers bevægelse i homogene elektriske og magnetiske felter.

6. Fysikkens verdensbillede

Dette hovedemne skal perspektivere og afrunde de øvrige hovedemner, sådan at eleverne opnår en dybere forståelse af fysik som erkendelsesform samt forståelse af, at den fysiske erkendelse er dynamisk og udvikler sig i samspil med anden menneskelig erkendelse.

7. Valgfrit stof

I undervisningen skal der inddrages stof ud over det, der er nævnt under de enkelte hovedemner. Dette stof vælges frit under lærerens ansvar for, at arbejdet med det tjener til at opfylde formål og mål for fysikundervisningen.

Eksamen:

Der afholdes en mundtlig prøve. Der opgives et pensum, som er ca. en tredjedel af det læste stof. Desuden opgives rapporter over eksperimentelt arbejde, der knytter sig hertil. Eksamenspensum vælges ligeligt fra de forskellige dele af det læste stof.

Den enkelte elev prøves i ét spørgsmål, hvori der kan indgå stof fra de opgivne rapporter.

Der gives en forberedelsestid.



Undervisningsvejledningen

§ 19. Fysik

Indledning

Undervisningsbekendtgørelsen beskriver formålet med undervisningen som omfattende to ligeværdige elementer. Eleverne skal dels erhverve indsigt i fysik som et fag, der på eksperimentelt grundlag søger at give en sammenhængende rationel beskrivelse og forklaring af den fysiske verdens indretning, herunder beskrivelser af fysiske systemer og deres afgrænsning. Dels skal eleverne opnå et kendskab til fysikkens samfundsmæssige betydning, forstået både i bred kulturel sammenhæng som et fag, der i samspil med anden menneskelig aktivitet og erkendelse bidrager til forståelse af omverdenen, og som et fag, der udgør et væsentligt grundlag for den teknologiske udvikling.

Det er hensigten, at eleverne skal opleve fysikken som en dynamisk og åben lærebygning. De skal lære, at en række problemer og forhold i teknik og dagligdag har deres løsning og baggrund i fysikken, og de skal udvikle evnen til at anvende fysiske metoder på sådanne problemer.

Undervisningen skal således kvalificere eleverne til at deltage i samfundets debat og beslutninger om den teknologiske udvikling, og samtidig sikre dem et grundlag, de kan arbejde videre på inden for alle de områder, hvor naturvidenskabelige arbejdsmetoder anvendes.

Undervisningen i 1. gymnasieklasse

Det er vigtigt at sørge for, at overgangen fra folkeskolens fysikundervisning til gymnasiets ikke bliver unødvendig brat. Læreren må sørge for, at der bliver en jævn progression i arbejdet i løbet af 1. gymnasieklasse. Den indledende undervisning skal i størst mulig udstrækning bygge på viden og færdigheder, som eleverne har erhvervet i folkeskolen. Det kan således anbefales at

lade arbejdet være stærkt eksperimentelt præget, med vægt på simple eksperimenter, hvor kravene til efterbehandling er små.

Undervisningen i 1.g skal tilrettelægges, så der behandles stof, der er fælles for grenene. Hovedemnerne »Energi« og »Elektriske kredsløb« er velegnede, men også andet stof, f.eks. stof fra »Atom- og kernefysik« kan anvendes. Der er intet til hinder for, at der også kan læses valgfrit stof i 1. gymnasieklasse, men bortset fra eventuelt valgfrit stof må lærerne på en skole aftale et fælles stof for 1. gymnasieklasse, så eleverne møder med samme grundlag på de forskellige grene.

Tilrettelæggelsen af undervisningen

Undervisningen tilrettelægges af elever og lærer i fællesskab, jfr. § 26. Undervisningsmålene og emnelisternes beskrivelse af det obligatoriske faglige indhold er rammen om en udstrakt frihed til valg af stof, undervisningsmetoder og arbejdsformer.

Således angiver rækkefølgen af emnelistens hovedemner ikke den rækkefølge, hvori stoffet skal behandles i undervisningen. Det er heller ikke hensigten, at man først skal behandle det obligatoriske stof, som er anført i emnelisten, for derefter at behandle valgfrit stof.

Endvidere behøver de stofområder, temaer, emner eller problemer, som elever og lærer vælger at bygge undervisningen op over, ikke at falde sammen med emnelistens hovedemner. Ofte vil der naturligvis være større eller mindre sammenfald, eller et valgt emne vil kunne ses som supplement til eller udvidelse af et obligatorisk hovedemne. Et konkret undervisningsforløb vil altså ofte indeholde såvel dele, der er obligatorisk stof, som dele, der er valgfrit stof. Det er erfaringsmæssigt vanskeligt for eleverne at knytte en forbindelse mellem den erhvervede fysiske viden og fa-

gets anvendelsesområder, hvad enten det drejer sig om teknik i dagligdagen eller teknologiske problemstillinger af større rækkevidde. Det er derfor tilrådeligt at tilrettelægge enkelte undervisningsforløb med særligt henblik på at belyse sammenhængen mellem fysik og teknik. Naturlige eksempler er temaer omkring energi, information eller produktion.

Sammenhængen mellem undervisningen i skolen og samfundet uden for skolen kan skabes ved at inddrage gæstelærere, ved besøg på virksomheder, museer og institutioner, ved praktikophold, ekskursioner og studierejser. Det er hensigten, at eleverne herigennem skal få indblik i fysikkens anvendelse og betydning i samfundet, samt få lejlighed til at anvende viden og færdigheder erhvervet gennem fysikundervisningen i en bredere sammenhæng. Det er vigtigt, at den udadrettede aktivitet kommer til at indgå som en integreret del af undervisningen. Dette indebærer, at de udadrettede aktiviteter får den nødvendige for- og efterbehandling i undervisningen. Specielt kan der peges på muligheden af at lade stof fra sådanne aktiviteter være grundlag for en fysikrapport.

Undervisningen skal tilrettelægges, så samarbejdsmulighederne med andre fag udnyttes mest muligt. Specielt skal det matematiske apparat, som eleverne opnår fortrolighed med i gymnasiet, udnyttes.

Edb i fysikundervisningen

Edb skal inddrages i undervisningen, så eleverne opnår fortrolighed med anvendelse af edb og med datalogiske tænkemåder, jfr. § 3. Der kan arbejdes f.eks. med instrumentering, styring og kontrol, eller med beregningsopgaver og simuleringer.

Endvidere er det klart en opgave for fysikundervisningen at give et indtryk af mikroelektronikkens natur og betydningen. Praktisk arbejde i laboratoriet med logiske kredsløb, integrerede kredse, kontrolsystemer og programmerbart

apparat generelt vil hjælpe eleverne til at forstå, hvordan en lang række industrielle og andre processer er blevet ændret af den nye teknologi.

Undervisningsmateriale

Ud over lærebøger kan der læses tekster, der indeholder fysisk sprogbrug eller omhandler fysiske og tekniske emner med henblik på at opøve elevernes evne til at forstå og vurdere det saglige indhold. Det kan f.eks. være artikler fra aviser og tidsskrifter, udvalgsbetænkninger og lignende, herunder også lettere fremmedsprogede tekster. Det er naturligt at inddrage tabelværker og lignende i f.eks. arbejdet med numeriske eksempler og opgaver.

Det eksperimentelle arbejde

Ekspérimentelt arbejde skal have en fremtrædende plads i fysikundervisningen. Der er tale om dels demonstrationsforsøg, hvor det hovedsagelig er læreren, der manipulerer apparaturet, dels elevøvelser, som eleverne i det væsentlige selv udfører og for mF-grenens vedkommende til dels også selv tilrettelægger.

Ud over hjælp til forståelse af de fysiske lærestof skal det eksperimentelle arbejde give eleverne et førstehåndskendskab til fysiske fænomener og målemetoder, samt opøve færdighed i at omgås moderne teknisk apparatur og evne til at drage konklusioner af indsamlede data. Arbejdet skal tilrettelægges således, at der ikke blot stilles krav om reproduktion, men også åbnes mulighed for, at elevernes selvstændighed og fantasi udfordres.

Måleusikkerhed og vurderingsprincipper inddrages i forbindelse med enkelte velegnede eksperimenter. Behandlingen må ikke få en fremtrædende plads i det eksperimentelle arbejde, og slet ikke være et mål i sig selv. Der føres journal over det eksperimentelle arbejde, og på grundlag af journalerne udarbejdes et antal rapporter, som rettes og kommenteres af læreren

En rapport er et skriftligt arbejde om et eksperiment eller nogle eksperimenter, som eleven selv har været med til at udføre. Rapportens udformning og omfang afhænger af det eksperimentelle arbejdes karakter og målene for det undervisningsforløb, eksperimenterne er indgået i.

I forbindelse med et simpelt eksperiment, hvor kravene til eller mulighederne for efterbehandling er små, kan rapporten indskrænke sig til blot at meddele undersøgelsens resultat. Der kan f.eks. være tale om at udfylde et måleskema, udføre en simpel beregning, tegne en eller flere grafer og sammenfatte resultaterne i en konklusion. Sådanne rapporter udarbejdes selvstændigt af den enkelte elev.

Ved et mere omfattende eksperiment eller serie af simple eksperimenter, hvor der er mulighed for at opøve elevernes færdighed i selvstændigt at redegøre for en eksperimentel undersøgelse i skriftlig form, udarbejdes en rapport, der udtømmende redegør for eksperimentets udførelse, behandlingen af de indsamlede data og de slutninger, der kan drages på grundlag af eksperimentet. Også disse rapporter skal udarbejdes individuelt.

En god måde at opøve elevernes evne til selvstændigt at tilrettelægge og gennemføre et eksperiment er at arbejde med længerevarende eksperimentelle undervisningsforløb, hvor de enkelte elevgrupper kan arbejde med hver sin opgave, og hvor gruppestørrelserne kan variere. Sådanne eksperimentelle aktiviteter kan efterbehandles i form af større grupperapporter, hvortil de enkelte deltagere bidrager. I rapporterne vil der naturligvis normalt indgå en redegørelse for de fysiske overvejelser, der ligger til grund for de udførte eksperimenter.

A. 1.gymnasieklasse og den matematisk-fysiske gren

Undervisningen i fysik på den matematisk-fysiske gren adskiller sig fra fysikundervisningen på de øvrige grene

især ved, at der er væsentlig større krav til faglig bredde og dybde.

De større faglige krav tilgodeses blandt andet gennem arbejdet med skriftlige opgaver. Løsning af opgaver i tilknytning til det centrale stofområde uddyber elevernes forståelse af stoffet og opøver deres færdighed i selvstændigt at løse fysiske problemer. Det er den del af elevernes hjemmearbejde regelmæssigt at aflevere besvarelser af skriftlige opgaver, der rettes og kommenteres af læreren.

Opgaver af ekstemporal karakter inddrages især med henblik på at opøve elevernes færdighed i at erkende og formulere et problem på en sådan måde, at det bliver tilgængeligt for fysiske beregninger. Der kan f.eks. være tale om opgaver, der ledsages af grafer, tabeller eller anden form for data, som eleverne skal fortolke i en given sammenhæng, eller om opgaver, der tager udgangspunkt i en autentisk tekst, som eleverne skal forholde sig analytisk til. Det stofområde, der skal danne udgangspunkt for skriftlige eksamensopgaver, afgrænses gennem et kompendium, som udsendes på direktoratets foranledning.

Det eksperimentelle arbejde, om hvilket der udarbejdes rapport, skal have et omfang på 50-60 lektioners laboratoriearbejde, hvoraf 16-20 udføres i 1. gymnasieklasse.

De eksperimentelle emner, som opgives til eksamen, skal fastlægges som en eller flere rapporter, eventuelt udsnit af større rapporter. Det enkelte emne skal have et omfang og en karakter, så det udgør et passende grundlag for en eksamination.

Det stof, der opgives til mundtlig eksamen, skal sammensættes ligeligt, således at stof fra alle tre gymnasieår indgår, og således at både obligatorisk og valgfrit stof repræsenteres. Desuden skal mindst to valgfrie emner indgå helt eller delvist.

Bemærkninger til emnelistens hovedemner:

Til 1. Energi

Behandlingen skal tage udgangspunkt i en viden og de færdigheder, eleverne har tilegnet sig i folkeskolen. Energiteknologi behandles eksemplarisk. Energikilder, energilagring og energikvalitet kræves ikke udtømmende behandlet, men kan omtales i tilknytning til konkrete eksempler.

Til 2. Elektriske kredsløb

Behandlingen skal tage udgangspunkt i den viden og de færdigheder, eleverne har tilegnet sig i folkeskolen. Emnekredsen skal behandles med stor vægt på det eksperimentelle, så eleverne opnår fortrolighed med anvendelsen af sædvanlige analoge og digitale måleinstrumenter, herunder oscilloskopet. Ikke-lineære komponenter behandles på grundlag af karakteristikker.

Det er af betydning, at eleverne i fysikundervisningen får lejlighed til at beskæftige sig med de reelle komponenter, der findes i elektronikken omkring os. Der kræves dog ikke nogen systematisk gennemgang af sådanne komponenter, men eleverne skal få indtryk af, at man på grundlag udmålte karakteristikker kan dimensionere kredsløb. Arbejdet med integrerede digitale kredse egner sig godt til en eksperimentel arbejdsform. Man skal her endvidere være opmærksom på, at dette stof helt eller delvist kan være en del af fælleskursus i edb.

Til 3. Atom- og kernefysik

Det er tilrådeligt at behandle den moderne fysiks gennembrud på en måde, så det fremgår, hvor stort et brud med klassiske forestillinger, der var tale om. Elektromagnetiske bølger behandles i et omfang, så der bliver grundlag for eksperimentel behandling af spektre. Det er altså ikke tanken, at der skal være tale om en systematisk gennemgang af bølgelæren. Elektronsystemernes struktur behandles kvalitativt og med reference til kornens behandling

af samme emne. Det er naturligt i forbindelse med kerneprocesser at omtale fission og fusion, samt processerne i stjerneindrer. Kernetort og atommassestabeller er nyttige hjælpemidler i arbejdet.

De teknologiske aspekter behandles eksemplarisk.

Vedrørende strålehygiejne kan henvises til Risikovejledningens afsnit om ioniserende stråling.

Til 4. Mekanik

Centrale dele af hovedemnet skal behandles på et tidspunkt, hvor eleverne er fortrolige med infinitesimalregning. Konservativ kraftfelter inddrages i behandlingen. Under gravitation skal planetbevægelser i solsystemet have en fremtrædende plads. Kinetisk molekylteori kan behandles på grundlag af en simpel model.

Til 5. Elektriske og magnetiske felter

I forbindelse med ladede partiklers bevægelse i homogene elektriske og magnetiske felter kan behandlingen af f.eks. acceleratorer, separatorer og lignende indgå som eksempler.

Arbejdet med komponenterne induktor og kapacitor skal omfatte eksempler på kredsløb med disse komponenter. Herunder skal op- og afladning af en kapacitor gennem en resistor behandles.

Til 6. Digitalelektronik og informationsteknologi

Hovedemnet indgår i den opfølgende del af undervisningen i edb, og tilrettelæggelsen må ske på baggrund af indholdet af det konkrete fælleskursus.

Hovedemnet dækker et meget bredt spektrum af dele af spændende fra faststoffysik, diskrete komponenter og integrerede kredse, over datamaskinens opbygning og funktion, til samspillet mellem videnskab, teknologi og samfund. Det enkelte grenhold må sammen med læreren vælge, hvor vægten skal lægges.

Dele af hovedemnet kan behandles i sammenhæng med andet stof. Der skal dog tilrettelægges et særligt undervis-

ningsforløb om informationsteknologi af 10-20 lektioners varighed.

Hvis hovedvægten her lægges på data-maskinens opbygning og funktion, vil det være naturligt at behandle et udvalg af følgende delemerer:

Koblinger af integrerede kombinatoriske kredse. Lagring af data i RAM. Kodning og dekodning, herunder adresse-dekodning. Begrebet lagret program og dekodning af instruktion. Bushåndtering, adressebus og databus, kontrolkredsløb. Princippet i den programstyrede automat. ADC- og DAC-kredsløb. Datafangst og processtyring under programkontrol.

Til 7. Fysikkens verdensbillede

Dele af hovedemnet kan behandles i sammenhæng med andet stof. Der skal dog tilrettelægges et særligt undervisningsforløb af 10-20 lektioners varighed, hvor der som undervisningsemne kan vælges et videnskabshistorisk, et videnskabsteoretisk emne eller et emne fra den moderne fysik; herunder astrofysik.

Til 8. Valgfrit stof

En del af det valgfrie stof er naturlige udvidelser og suppleringer af det obligatoriske stof, herunder ved inddragelse af dagsaktuelle emner.

Endvidere er det hensigten, at bekendtgørelsens krav om at give eleverne kendskab til fysikkens betydning i det moderne samfund især skal tilgodeses i det valgfrie stof. Det kan f.eks. ske ved at inddrage temaer og emner omkring teknik, produktion og miljø samt historiske og filosofiske emner.

De sammenhængende valgfrie emner vælges frit af grenholdet og læreren i samarbejde. Der er intet til hinder for, at flere af de valgfrie emner kan vælges indenfor beslægtede områder og derved komme til at udgøre dele af en helhed. Det anbefales, at der indgår eksperimentelt arbejde i et eller flere af de valgfrie emner. Ikke mindst ved eksperimentelle forløb er det ofte hensigtsmæssigt, at holdet deles i mindre grupper, der arbejder med hver sit emne.

B. 1.gymnasieklasse og den samfundsfaglige, den naturfaglige og den musikfaglige gren

Hovedvægten i formålet med undervisningen ligger ikke på fysik som videnskabsfag og sammenhængende lærebygning, men på anvendelser af fysik i teknikken og i andre fag samt på fysikkens betydning i det moderne samfund. Dette skal afspejle sig i emnevælget, som på disse grene er endnu friere end på den matematisk-fysiske gren, fordi der ikke er krav om beherskelse af et særligt stofområde, som gøres til genstand for skriftlig eksamination. Man er her kun bundet af formål, mål og emneliste.

De forskellige undervisningsforløb opbygges omkring emner, temaer og problemer, som tilgodeser kravet om at vise fysikkens anvendelser og dens betydning, samtidig med, at de giver mulighed for at behandle emnelistens punkter.

Kravet om, at eleverne skal få en sammenhængende forståelse for udvalgte dele af den klassiske eller moderne fysik tolkes på den måde, at mindst 1 undervisningsforløb skal tilrettelægges med hovedvægten på den indre sammenhæng i en fysisk teoridannelse. I andre undervisningsforløb kan man derimod begrunde fysiske lovmæssigheder alene ved enkelte eksperimenter, eller blot anvende dem uden forudgående behandling.

Eleverne skal vænnes til at søge information i tabelværker, i en håndbogs-samling og på et bibliotek.

Det er ligeledes vigtigt, at eleverne præsenteres for anden teknisk-naturvidenskabelig litteratur end lærebøger. Ofte er det naturligt at lade undervisningen tage udgangspunkt i avis- og tidsskriftartikler, i teknisk og dagligdags apparatur, eller i problemstillinger fra andre fag.

Der udføres eksperimentelt arbejde, hvorom der udarbejdes rapport, i et omfang svarende til ca. 30 lektioner, hvoraf 16-20 i 1. gymnasieklasse. Da det eksperimentelle arbejde skal have en frem-

trædende plads i undervisningen, bliver det nødvendigt at organisere forløb omkring eksperimenter, hvorom der kun føres laboratoriejournal.

Undervisning i edb er ikke et selvstændigt hovedemne på disse grene, men fælleskurset skal følges op, hvor det er muligt og naturligt. Der kan være tale om direkte undervisning i edb, men hertil kommer, at edb vil kunne indgå i næsten ethvert emne som værktøj, og ofte med fordel, idet grundprincipperne bag undervisningen snarere lægger op til en numerisk end en eksakt analytisk matematisk behandling.

Bemærkninger til emnelistens punkter:

Til 1. Energi

Behandlingen skal tage udgangspunkt i den viden og de færdigheder, eleverne har tilegnet sig i folkeskolen. Energiteknologi behandles eksemplarisk. Energikilder, energilagring og energikvalitet kræves ikke udtømmende behandlet, men kan omtales i tilknytning til konkrete eksempler.

Til 2. Elektriske kredsløb

Behandlingen skal tage udgangspunkt i den viden og de færdigheder, eleverne har tilegnet sig i folkeskolen. Emnekredsen skal behandles med stor vægt på det eksperimentelle, så eleverne opnår fortrolighed med anvendelsen af sædvanlige analoge og digitale måleinstrumenter, herunder oscilloskopet. Ikke-lineære komponenter behandles på grundlag af karakteristikker. Det er af betydning, at eleverne i fysikundervisningen får lejlighed til at beskæftige sig med de reelle komponenter, der indgår i elektronikken omkring os. Der kræves dog ikke nogen systematisk gennemgang af sådanne komponenter, men eleverne skal få et indtryk af, at man på grundlag af udmålte karakteristikker kan dimensionere kredsløb.

Arbejdet med integrerede digitale kredse egner sig godt til en eksperimentel arbejdsform. Man skal her end-

videre være opmærksom på, at dette stof helt eller delvist kan være en del af fælleskursus i edb.

Til 3. Atom- og kernefysik

Emnet er velegnet til en eksperimentel behandling. Det er ikke tanken, at der skal gives en systematisk gennemgang af bølgelæren, men elektromagnetiske bølger behandles i det omfang, der er nødvendigt for at forstå de spektroskopiske metoder.

Der er rig lejlighed til under arbejdet med dette hovedemne at lade eleverne selv søge information i tabeller, kernekort etc.

Hovedemnets mange tekniske anvendelser indbyder til spændende projekter: Nuklearmedicin, stråleterapi, våbenkapløbet, plutoniumkredsløbet, radioaktiv forurening, datering etc.

Vedrørende strålehygiejne henvises til afsnittet om ioniserende stråling i Risikovejledningen.

Til 4. Mekanik

Et hovedsigte er at give eleverne et indtryk af den klassiske mekaniks determinisme. Dette indtryk kan udmærket gives alene ved behandling af lineære bevægelser. Numerisk integration med datamaskine kan være et fortræffeligt hjælpemiddel. Behandlingen af f.eks. den lineære harmoniske bevægelse kan udmærket ske udelukkende ved »eksperimenter« med computersimulation.

De eksempler på plan bevægelse, der skal behandles af hensyn til det øvrige stof, behøver ikke at blive gennemgået i sammenhæng med den lineære mekanik. Det kan meget vel være, at behandlingen mest hensigtsmæssigt henlægges til netop det tidspunkt, hvor de pågældende eksempler skal bruges.

Til 5. Elektriske og magnetiske felter

En overvejende fænomenologisk og kvalitativ behandling anbefales. Den nødvendige mekanik i forbindelse med ladede partiklers bevægelser i homogene felter kan indføres samtidig med.

at den bruges. Som egnede emner kan nævnes: TV, telekommunikation, lyn og torden, acceleratore.

Til 6. Fysikkens verdensbillede

Dele af hovedemnet kan behandles i sammenhæng med andet stof. Dog skal der tilrettelægges et særligt undervisningsforløb af ca. 10 lektioners varighed, hvor der som undervisningsemne kan vælges et videnskabshistorisk, et videnskabsteoretisk emne eller et emne fra den moderne fysik.

Til 7. Valgfrit stof

Da det er et væsentligt formål, at eleverne får forståelse for fysikkens anvendelse i teknikken og i andre fag, må der vælges temaer og emner, der kan belyse dette. Det er ikke nødvendigt for arbejdet med et sådant tema, at det følger efter en systematisk behandling af den fysik, der skal anvendes. Den kan udmærket læres samtidig, som et biprodukt af arbejdet med temaet. Et rimeligt omfang af arbejdet med sådanne temaer vil være omtrent halvdelen af tiden i 2. og 3.g.

En anden del af det valgfrie stof bliver naturligt udvidelser og suppleringer af det obligatoriske stof, herunder inddragelse af dagsaktuelt stof i undervisningen, når lejlighed byder sig.

□



Formanden overvejer sit næste udspil over for fagkonsulenterne.



Nu er det tid at sige fra.

- 4/79 "BOOKS ABOUT MATHEMATICS: History, Philosophy, Education, Models, System Theory, and Works of Reference etc. A Bibliography".
Else Høyrup. Nr. 14 er p.t. udgået.
- 5/79 "STRUKTUREL STABILITET OG KATASTROFER i systemer i og udenfor termodynamisk ligevægt".
Specialeopgave af Leif S. Striegler.
Vejleder: Peder Voetmann Christiansen.
- 6/79 "STATISTIK I KRÆFTFORSKNINGEN".
Projektrapport af Michael Olsen og Jørn Jensen.
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 7/79 "AT SPØRGE OG AT SVARE i fysikundervisningen".
Albert Christian Paulsen.
- 8/79 "MATHEMATICS AND THE REAL WORLD", Proceedings of an International Workshop, Roskilde University Centre, Denmark, 1978. Preprint.
Bernhelm Booss & Mogens Niss (eds.).
- 19/79 "GEOMETRI, SKOLE OG VIRKELIGHED".
Projektrapport af Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen og Per H.H. Larsen.
Vejleder: Mogens Niss.
- 20/79 "STATISTISKE MODELLER TIL BESTEMMELSE AF SIKRE DOSER FOR CARCINOGENE STOFFER".
Projektrapport af Michael Olsen og Jørn Jensen.
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 21/79 "KONTROL I GYMNASIET - FORMAL OG KONSEKVENSER".
Projektrapport af Crilles Bacher, Per S. Jensen, Preben Jensen og Torben Nysteen.
- 22/79 "SEMIOTIK OG SYSTEMEGENSKABER (1)".
1-port lineært response og støj i fysikken.
Peder Voetmann Christiansen.
- 23/79 "ON THE HISTORY OF EARLY WAVE MECHANICS - with special emphasis on the role of reality".
-
- 24/80 "MATEMATIKOPFATTELSESR HOS 2.G'ERE". ... Nr. 24 a+b er p.t. udgået.
a+b 1. En analyse. 2. Interviewmateriale.
Projektrapport af Jan Christensen og Knud Lindhardt Rasmussen.
Vejleder: Mogens Niss.
- 25/80 "EKSAMENSOPGAVER", Dybdemodulet/fysik 1974-79.
- 26/80 "OM MATEMATISKE MODELLER".
En projektrapport og to artikler.
Jens Højgaard Jensen m.fl.
- 27/80 "METHODOLOGY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE IN PAUL DIRAC'S PHYSICS".
Helge Kragh.
- 28/80 "DIELEKTRISK RELAXATION - et forslag til en ny model bygget på væskernes viscoelastiske egenskaber".
Projektrapport, speciale i fysik, af Gert Kreinøe.
Vejleder: Niels Boye Olsen.

- 1/78 "TANKER OM EN PRAKSIS" - et matematikprojekt.
 Projekt rapport af Anne Jensen, Lena Lindenskov, Marianne Kesselhahn og Nicolai Lomholt.
 Vejleder: Anders Madsen.
- 2/78 "OPTIMERING" - Menneskets forøgede beherskelsesmuligheder af natur og samfund.
 Projekt rapport af Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen, Gert Kreinøe og Peter H. Lassen.
 Vejleder: Bernhelm Booss.
- 3/78 "OPGAVESAMLING", breddekursus i fysik. Nr. 3 er a jour ført i marts 1984
 Lasse Rasmussen, Aage Bonde Kræmmer, Jens Højgaard Jensen.
- 4/78 "TRE ESSAYS" - om matematikundervisning, matematiklæreruddannelsen og videnskabsrindalismen. Nr. 4 er p.t. udgået.
 Mogens Niss.
- 5/78 "BIBLIOGRAFISK VEJLEDNING til studiet af DEN MØDERNE FYSIKS HISTORIE". Nr. 5 er p.t. udgået.
 Helge Kragh.
- 6/78 "NOGLE ARTIKLER OG DEBATINDLÆG OM - læreruddannelse og undervisning i fysik, og - de naturvidenskabelige fags situation efter studenteroprøret".
 Karin Beyer, Jens Højgaard Jensen og Bent C. Jørgensen.
- 7/78 B.v. Gnedersko.
- 8/78 "DYNAMIK OG DIAGRAMMER". Introduktion til energy-bond-graph formalismen.
 Peder Voetmann Christiansen.
- 9/78 "OM PRAKSIS' INDFLYDELSE PÅ MATEMATIKKENS UDVIKLING". - Motiver til Kepler's: "Nova Stereometria Doliorum Vinarioum".
 Projekt rapport af Lasse Rasmussen.
 Vejleder: Anders Madsen.
-
- 10/79 "TERMODYNAMIK I GYMNASIET".
 Projekt rapport af Jan Christensen og Jeanne Mortensen.
 Vejledere: Karin Beyer og Peder Voetmann Christiansen.
- 11/79 "STATISTISKE MATERIALER"
 red. Jørgen Larsen
- 12/79 "LINEARE DIFFERENTIALLIGNINGER OG DIFFERENTIALLIGNINGSSYSTEMER". Nr. 12 er udgået
 Mogens Brun Heefeldt
- 13/79 "CAVENDISH'S FORSOEG I GYMNASIET".
 Projekt rapport af Gert Kreinøe.
 Vejleder: Albert Chr. Paulsen

- 29/80 "ODIN - undervisningsmateriale til et kursus i differentialligningsmodeller".
Projektrapport af Tommy R. Andersen, Per H.H. Larsen og Peter H. Lassen.
Vejleder: Mogens Brun Heefelt
- 30/80 "FUSIONSENERGIEN -- ATOMSAMFUNDETS ENDESTATION".
Oluf Danielsen.
- 31/80 "VIDENSKABSTEORETISKE PROBLEMER VED UNDERVISNINGSSYSTEMER BASERET PÅ MENGDELÆRE".
Projektrapport af Troels Lange og Jørgen Karrebæk.
Vejleder: Stig Andur Pedersen.
- 32/80 "POLYMERE STOFFERS VISCOELASTISKE EGENSKABER - BELYST VED HJÆLP AF MEKANISKE IMPEDANSMÅLINGER OG MOSSBAUER-EFFEKTMÅLINGER".
Projektrapport, speciale i fysik, af Crilles Bacher og Preben Jensen.
Vejledere: Niels Boye Olsen og Peder Voetmann Christiansen.
- 33/80 "KONSTITUERING AF FAG INDEN FOR TEKNISK-NATURVIDENSKABELIGE UDDANNELSER. I-II".
Arne Jakobsen.
- 34/80 "ENVIRONMENTAL IMPACT OF WIND ENERGY UTILIZATION".
ENERGY SERIES NO.1.
Bent Sørensen.
- 35/80 "HISTORISKE STUDIER I DEN NYERE ATOMFYSIKS UDVIKLING".
Helge Kragh.
- 36/80 "HVAD ER MENINGEN MED MATEMATIKUNDERVISNINGEN?".
Fire artikler.
Mogens Niss.
- 37/80 "RENEWABLE ENERGY AND ENERGY STORAGE".
ENERGY SERIES NO.2.
Bent Sørensen.
-
- 38/81 "TIL EN HISTORIETEORI OM NATURERKENDELSE, TEKNOLOGI OG SAMFUND".
Projektrapport af Erik Gæde, Hans Hedal, Henrik Lau og Finn Physant.
Vejledere: Stig Andur Pedersen, Helge Kragh og Ib Thiersen.
- 39/81 "TIL KRITIKKEN AF VÆKSTOKONOMIEN".
Jens Højgaard Jensen.
- 40/81 "TELEKOMMUNIKATION I DANMARK - oplæg til en teknologivurdering".
Projektrapport af Arne Jørgensen, Bruno Petersen og Jan Vedde.
Vejleder: Per Nørgaard.
- 41/81 "PLANNING AND POLICY CONSIDERATIONS RELATED TO THE INTRODUCTION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES INTO ENERGY SUPPLY SYSTEMS".
ENERGY SERIES NO.3.
Bent Sørensen.
- Nr. 30 er udgået.
Udkommer medio 1982 på Fysik-, Matematik- og Kemilærerens forlag.
- Nr. 31 er p.t. udgået
- Nr. 34 er udgået.
Publ. i "Renewable Sources of Energy and the Environment", Tycooli International Press, Dublin, 1981.
- Nr. 38 er p.t. udgået
- Nr. 40 er p.t. udgået

- 42/81 "VIDENSKAB TEORI SAMFUND - En introduktion til materialistiske videnskabsopfattelser".
Helge Kragh og Stig Andur Pedersen.
- 43/81 1. "COMPARATIVE RISK ASSESSMENT OF TOTAL ENERGY SYSTEMS".
2. "ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF DECENTRALIZATION".
ENERGY SERIES NO.4.
Bent Sørensen.
- 44/81 "HISTORISK UNDERSØGELSE AF DE EKSPERIMENTELLE FORUDSÆTNINGER FOR RUTHERFORDS ATOMMODEL".
Projektrapport af Niels Thor Nielsen.
Vejleder: Bent C. Jørgensen.
-
- 45/82
- 46/82 "EKSEMPLARISK UNDERVISNING OG FYSISK ERKENDELSE - I+II ILLUSTRERET VED TO EKSEMPLER".
Projektrapport af Torben O. Olsen, Lasse Rasmussen og Niels Dreyer Sørensen.
Vejleder: Bent C. Jørgensen.
- 47/82 "BARSEBACK OG DET VÆRST OFFICIELT-TÆNKELIGE UHELD".
ENERGY SERIES NO.5.
Bent Sørensen.
- 48/82 "EN UNDERSØGELSE AF MATEMATIKUNDERVISNINGEN PÅ ADGANGSKURSUS TIL KØBENHAVNS TEKNIKUM".
Projektrapport af Lis Eilertzen, Jørgen Karrebæk, Trøels Lange, Preben Nørregaard, Lissi Pedersen, Laust Rishøj, Lill Røn, Isac Showiki.
Vejleder: Mogens Niss.
- 49/82 "ANALYSE AF MULTISPEKTRALE SATELLITBILLEDER".
Projektrapport af Preben Nørregaard.
Vejledere: Jørgen Larsen & Rasmus Ole Rasmussen.
- 50/82 "HERSLEV - MULIGHEDER FOR VEDVARENDE ENERGI I EN LANDSBY". ENERGY SERIES NO.6.
Rapport af Bent Christensen, Bent Hove Jensen, Dennis B. Møller, Bjarne Laursen, Bjarne Lillethorup og Jacob Mørch Pedersen.
Vejleder: Bent Sørensen.
- 51/82 "HVAD KAN DER GØRES FOR AT AFHJÆLPE PIGERS BLOKERING OVERFOR MATEMATIK?"
Projektrapport af Lis Eilertzen, Lissi Pedersen, Lill Røn og Susanne Stender.
- 52/82 "DESUSPENSION OF SPLITTING ELLIPTIC SYMBOLS"
Bernhelm Booss & Krzysztof Wojciechowski.
- 53/82 "THE CONSTITUTION OF SUBJECTS IN ENGINEERING EDUCATION".
Arne Jakobsen & Stig Andur Pedersen.
- 54/82 "FUTURES RESEARCH" - A Philosophical Analysis of Its Subject-Matter and Methods.
Stig Andur Pedersen & Johannes Witt-Hansen.

5/82 "MATEMATISKE MODELLER" - Litteratur på Roskilde
Universitetsbibliotek.
En bibliografi.
Else Høyrup.

Vedr. tekst nr. 55/82:
Se også tekst 62/83.

5/82 "ËN - TO - "MANGE" -
En undersøgelse af matematisk økologi.
Projektrapport af Troels Lange.
Vejleder: Anders Madsen.

7/83 "ASPECT EKSPERIMENTET" -
Skjulte variable i kvantemekanikken?
Projektrapport af Tom Juul Andersen.
Vejleder: Peder Voetmann Christiansen.

Nr. 57 er udgået.

8/83 "MATEMATISKE VANDRINGER" - Modelbetragtninger
over spredning af dyr mellem småbiotoper i
agerlandet.
Projektrapport af Per Hammershøj Jensen &
Lene Vagn Rasmussen.
Vejleder: Jørgen Larsen.

9/83 "THE METHODOLOGY OF ENERGY PLANNING".
ENERGY SERIES NO. 7.
Bent Sørensen.

10/83 "MATEMATISK MODEKSPERTISE" - et eksempel.
Projektrapport af Erik O. Gade, Jørgen Kærrebæk og
Preben Nørregaard.
Vejleder: Anders Madsen.

11/83 "FYSIKS IDEOLOGISKE FUNKTION", som et eksempel på
en naturvidenskab - historisk set."
Projektrapport af Annette Post Nielsen.
Vejledere: Jens Høyrup, Jens Højgaard Jensen og
Jørgen Vogelius.

12/83 "MATEMATISKE MODELLER" - Litteratur på Roskilde
Universitetsbibliotek.
En bibliografi. 2. rev. udgave
Else Høyrup

13/83 "CREATING ENERGY FUTURES: A SHORT GUIDE TO
ENERGY PLANNING".
ENERGY SERIES No. 8
David Crossley & Bent Sørensen

14/83 "VON MATHEMATIK UND KRIEG".
Bernhelm Booss og Jens Høyrup

15/83 "ANVENDT MATEMATIK - TEORI ELLER PRAKSIS".
Projektrapport af Per Hedegård Andersen, Kirsten
Habekost, Carsten Holst-Jensen, Annelise von Moos,
Else Marie Pedersen, Erling Møller Pedersen.
Vejledere: Bernhelm Booss & Klaus Grünbaum

16/83 "MATEMATISKE MODELLER FOR PERIODISK SELEKTION I
ESCHERICHIA COLI".
Projektrapport af Hanne Lisbet Andersen, Ole
Richard Jensen og Klavs Fris Dahl.
Vejledere: Jørgen Larsen og Anders Hede Madsen

- 67/83 "ELIPSOIDE METODEN - EN NY METODE TIL LINEÆR
PROGRAMMERING?"
Projektrapport af Lone Billmann og Lars Boye
Vejleder: Mogens Brun Heefelt
- 68/83 "STOKASTISKE MODELLER I POPULATIONSGENETIK"
- til kritikken af teoriladede modeller.
Projektrapport af Lise Odgård Gade, Susanne Han-
sen, Michael Hviid, Frank Mølgård Olsen.
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 69/83 "ELEVFORUDSÆTNINGER I FYSIK"
- en test i l.g med kommentarer
Albert Chr. Paulsen
- 70/83 "INDLÆRINGS- OG FORMIDLINGSPROBLEMER I MATEMA-
TIK PÅ VOKSEUNDERVISNINGSNIVEAU"
Projektrapport af Hanne Lisbet Andersen, Tor-
ben J. Andreasen, Svend Age Houmann, Helle
Glerup Jensen, Keld Fl. Nielsen, Lene Vagn
Rasmussen.
Vejleder: Klaus Grünbaum & Anders H. Madsen
- 71/83 "PIGER OG FYSIK"
- et problem og en udfordring for skolen?
Karin Beyer, Sussanne Blegaa, Birthe Olsen,
Jette Reich & Mette Vedelsby
- 72/83 "VERDEN IFØLGE PEIRCE" - to metafysiske
essays, om og af C.S. Peirce.
Peder Voetmann Christiansen
- 73/83 "EN ENERGIANALYSE AF LANDBRUG"
- økologisk contra traditionelt
ENERGY SERIES No. 9
Specialeopgave i fysik af
Bent Hove Jensen
Vejleder: Bent Sørensen
-
- 74/84 "MINIATURISERING AF MIKROELEKTRONIK" - om vi-
denskabeliggjort teknologi og nytten af at
lære fysik
Projektrapport af Bodil Harder og Linda Szko-
tak Jensen.
Vejledere: Jens Højgaard Jensen og Bent C.
Jørgensen
- 75/84 "MATEMATIKUNDERVISNINGEN I FREMTIDENS GYMNASIUM"
- Case: Lineær programmering
Projektrapport af Morten Blomhøj, Klavs Fris-
dahl, Frank Mølgård Olsen
Vejledere: Mogens Brun Heefelt & Jens Bjørneboe
- 76/84 "KERNEKRAFT I DANMARK?" - Et høringssvar indkaldt
af miljøministeriet, med kritik af miljøstyrelsens
rapporter af 15. marts 1984.
ENERGY SERIES No. 10
Af Niels Boye Olsen og Bent Sørensen
- 77/84 "POLITISKE INDEKS - FUP ELLER FAKTA?"
Opinionsundersøgelser belyst ved statistiske mo-
deller
Projektrapport af Svend Age Houmann, Keld Niel-
sen, Susanne Stender
Vejledere: Jørgen Larsen & Jens Bjørneboe

- 78/84 "JÆVNSTRØMSLEDNINGSEVNE OG GITTERSTRUKTUR I AMORFT GERMANIUM"
Specialerapport af Hans Hedal, Frank C. Ludvigsen og Finn C. Physant
Vejleder: Niels Boye Olsen
- 79/84 "MATEMATIK OG ALMENDANNELSE"
Projektrapport af Henrik Coster, Mikael Wennerberg Johansen, Povl Kattler, Birgitte Lydholm og Morten Overgaard Nielsen.
Vejleder: Bernhelm Booss
- 80/84 "KURSUSMATERIALE TIL MATEMATIK B"
Mogens Brun Heefelt
- 81/84 "FREKVENSAFHÆNGIG LEDNINGSEVNE I AMORFT GERMANIUM"
Specialerapport af Jørgen Wind Petersen og Jan Christensen
Vejleder: Niels Boye Olsen
- 82/84 "MATEMATIK- OG FYSIKUNDERVISNINGEN I DET AUTOMATISEREDE SAMFUND"
Rapport fra et seminar afholdt i Hvidovre 25-27 april 1983
Red.: Jens Højgaard Jensen, Bent C. Jørgensen og Mogens Niss
- 83/84 "ON THE QUANTIFICATION OF SECURITY" nr. 83 er p.t. udgået
PEACE RESEARCH SERIES NO. 1
af Bent Sørensen
- 84/84 "NØGLE ARTIKLER OM MATEMATIK, FYSIK OG ALMENDANNELSE".
Jens Højgaard Jensen, Mogens Niss m. fl.
- 85/84 "CENTRIFUGALREGULATORER OG MATEMATIK"
Specialerapport af Per Hedegård Andersen, Carsten Holst-Jensen, Else Marie Pedersen og Erling Møller Pedersen
Vejleder: Stig Andur Pedersen
- 86/84 "SECURITY IMPLICATIONS OF ALTERNATIVE DEFENSE OPTIONS FOR WESTERN EUROPE"
PEACE RESEARCH SERIES NO. 2
— af Bent Sørensen
- 87/84 "A SIMPLE MODEL OF AC HOPPING CONDUCTIVITY IN DISORDERED SOLIDS"
af Jeppe C. Dyre
- 88/84 "RISE, FALL AND RESURRECTION OF INFINITESIMALS"
af Detlef Laugwitz
- 89/84 "FJERNVARMEOPTIMERING"
af Bjarne Lillethorup & Jacob Mørch Pedersen
- 90/84 "ENERGI I 1.G.- en teori for tilrettelæggelse"
af Albert Chr. Paulsen
-
- 91/85 "KVANTETEORI FOR GYMNASIET"
1. Lærervejledning
Projektrapport af: Birger Lundgren, Henning Sten Hansen og John Johansson
Vejleder: Torsten Meyer

- 92/85 "KVANTETEORI FOR GYMNASIET
2. Materiale
Projektrapport af: Birger Lundgren, Henning
Sten Hansen og John Johansson
Vejleder: Torsten Meyer
- 93/85 "THE SEMIOTICS OF QUANTUM-NON-LOCALITY"
af Peder Voetmann Christiansen
- 94/85 "TREENIGHEDEN BOURBAKI - generalen, matematikeren
og ånden"
Projektrapport af: Morten Blomhøj, Klavs Frisdahl
og Frank M. Oisen
Vejleder: Mogens Niss
- 95/85 "AN ALTERNATIV DEFENSE PLAN FOR WESTERN EUROPE"
Peace research series no. 3
af Bent Sørensen
- 96/85 "ASPEKTER VED KRAFTVARMEFORSYNING"
af Bjarne Lillethorup
Vejleder: Bent Sørensen
- 97/85 "ON THE PHYSICS OF A.C. HOPPING CONDUCTIVITY"
Jeppe C. Dyre
- 98/85 "VALGMULIGHEDER I INFORMATIONSDEREN"
af Bent Sørensen
- 99/85 "Der er langt fra Q til R"
Projektrapport af: Niels Jørgensen og Mikael Klintorp
Vejleder: Andur Pedersen
- 100/85 "TALSYSTEMETS OPBYGNING"
af Mogens Niss
- 101/85 "EXTENDED MOMENTUM THEORY FOR WINDMILLS
IN PERTURBATIVE FORM"
af Ganesh Sengupta
- 102/85 "OPSTILLING OG ANALYSE AF MATEMATISKE MODELLER, BELYST VED
MODELLER OVER KØRS FODEROPTAGELSE OG - OMSÆTNING"
Projektrapport af: Lis Eilertzen, Kirsten Habekost, Lill Røn
og Susanne Stender
Vejleder: Klaus Grünbaum
- 103/85 "ØDSLE KOLDKRIGERE & VIDENSKABENS LYSE IDEER"
Projektrapport af: Niels Ole Dam og Kurt Jensen
Vejleder: Bent Sørensen
- 104/85 "ANALOGREGNEMASKINEN OG LORENZLIGNINGER"
af: Jens Jæger
- 105/85 "THE FREQUENCY DEPENDENCE OF THE SPECIFIC HEAT AT THE GLASS
TRANSITION"
af Tage Christensen
"A SIMPLE MODEL OF AC HOPPING CONDUCTIVITY"
af Jeppe C. Dyre
Contributions to the Third International Conference on the
Structure of Non-Crystalline Materials held in Grenoble
July 1985
- 106/85 "QUANTUM THEORY OF EXTENDED PARTICLES"
af Bent Sørensen
- 107/85 "ÉN MYG GØR INGEN EPIDEMI"
- flodblindhed som eksempel på matematisk modellering af et
epidemiologisk problem.
Projektrapport af: Per Hedegård Andersen, Lars Boye, Carsten

Holst Jensen, Else Marie Pedersen og Erling Møller Pedersen
Vejleder: Jesper Larsen

- 108/85 "APPLICATIONS AND MODELLING IN THE MATHEMATICS CURRICULUM"
- state and trends -
af Mogens Niss
- 109/85 "COX I STUDIETIDEN"
- Cox's regressionsmodel anvendt på studenteroplysninger
fra RUC
Projektrapport af: Mikael Wennerberg Johansen, Poul Kattler
og Torben J. Andreasen
Vejleder: Jørgen Larsen
- 110/85 " PLANNING FOR SECURITY "
af Bent Sørensen
- 111/85 "JORDEN RUNDT PÅ FLADE KORT"
Projektrapport af: Birgit Andresen, Beatriz Quinones og
Jimmy Staal
Vejleder: Mogens Niss
- 112/85 "VIDENSKABELIGGØRELSE AF DANSK TEKNOLOGISK INNOVATION
FREM TIL 1950 - BELYST VED EKSEMPLER"
Projektrapport af: Erik Odgaard Gade, Hans Hedal, Frank
C. Ludvigsen, Annette Post Nielsen og Finn Physant.
Vejleder: Claus Bryld og Bent C. Jørgensen
- 113/85 "DESUSPENSION OF SPLITTING ELLIPTIC SYMBOLS 11"
Af: Bernhelm Booss og Krzysztof Wojciechowski
- 114/85 "ANVENDELSE AF GRAFISKE METODER TIL ANALYSE AF
KONTIGENSTABELLER"
Projektrapport af: Lone Billmann, Ole R. Jensen
og Anne-Lise von Moos
Vejleder: Jørgen Larsen
- 115/85 "MATEMATIKKENS UDVIKLING OP TIL RENÆSSANCEN"
af: Mogens Niss
- 116/85 "A PHENOMENOLOGICAL MODEL FOR THE MEYER-
NELDEL RULE"
af: Jøppe C. Dyre
- 117/85 "KRAFT & FJERNVARMEOPTIMERING"
af: Jacob Mørch Pedersen
Vejleder: Bent Sørensen
- 118/85 "TILFÆLDIGHEDEN OG NØDVENDIGHEDEN IFØLGE
PEIRCE OG FYSIKKEN"
af: Peder Voetmann Christiansen
-
- 119/86 "DET ER GANSKE VIST-- EUKLIDS FEMTE POSTULAT
KUNNE NOK SKABE RØRE I ANDEDAMMEN"
af: Iben Maj Christiansen
Vejleder: Mogens Niss
- 120/86 "ET ANTAL STATISTISKE STANDARDMODELLER"
af: Jørgen Larsen