

RAPPORT FRÅ PROSJEKT I PROGRAM FOR EVALUERING OG KVALITETSUTVIKLING

- *Det matematisk-naturvitenskaplige fakultet*

Tiltak: Prosjekt «SFU ved Institutt for fysikk og teknologi»

Løyving: kr. 200.000,-

Rapport:

Institutt for fysikk og teknologi, UiB fikk i desember 2012 tildelt kr. 200.000,- fra Studieadministrativ avdeling, Program for evaluering og kvalitetssikring (PEK) med hensikt å forberede en søknad om senter for fremragende utdanning ved instituttet i 2013.

Gjennom en søknadsprosess, som inkluderte et bredt utvalg av instituttets ansatte, samt en student-representant og et eksternt søknadskomite-medlem, ble det sendt inn en SFU-søknad fra instituttet 12. mai 2013. Den innsendte søknaden «Centre of Interaction-based Physics and Technology Education (CIPED)» er vedlagt denne rapporten (vedlegg I).

Søknadskomiteen ved instituttet utgjorde følgende personer: professor Bjørn Tore Hjertaker (leder av komiteen), førsteamanuensis Kjartan Olafsson, professor Stein Dankert Kolstø, professor Kjellmar Oksavik, professor Anna Lipniacka, mastergradsstudent Hulda Fadnes, professor Pawel Kosinski, dr. scient. Rune Stadsnes (eksternt medlem i komiteen).

SFU-søknaden fikk god omtale av evalueringskomiteen, men ble dessverre ikke innvilget.

SFU-søknadens fokus var på økt interaktivitet i fysikk- og teknologi-utdanningen ved instituttet, både i forhold til økt interaktivitet mellom foreleser/student, samt i forhold til økt interaktivitet mellom teori og eksperiment i utdanningen. SFU-søknaden fokuserte på bachelor-utdanningen i fysikk og teknologi.

I tillegg til utarbeidelse av selve søknadsdokumentet, er det i prosjektet lagt vekt på forslag og utprøving av aktiviteter som vil styrke den allerede eksisterende bachelor-utdanningen i fysikk og teknologi, som opprettelse av et foreleserforum ved instituttet, opprettelse av et støttefagsforum for bedre tilpasning av «brukerkurs» mellom institutt/studieprogram, bedre koordinering av innhold og pensum mellom emner ved instituttet, bedre opplæring av student-assistenten, samt opplæring av teknologi-assistenten (vedlegg II). Midler ble derfor benyttet i prosjektet til utprøving av teknologi-assistent (TekAss) i kurset PHYS112 «Elektromagnetisme og optikk» høsten 2013 (vedlegg III). For å sette fokus på økt interaksjon mellom instituttets eksterne forskningspartnere og studentene allerede fra bachelor-studiet, ble det i tillegg benyttet midler til en ekskursjon til CERN (Geneve, Sveits) som del av kurset PHYS115 «Kvantefysikk og statistisk mekanikk» høsten 2013 (vedlegg IV).

En viktig del av økt fokus på interaksjon mellom foreleser og student vedrører evaluering og implementering av nye forelesningsteknikker, samt bruk av teknologi i undervisningen. Med bakgrunn i dette ble Professor Eric Mazur (Harvard University) invitert til Institutt for fysikk

og teknologi i forbindelse med «Fysikermøtet 2013» i Bergen 7.-10. august 2013 hvor han holdt foredrag. Professor Mazur er internasjonalt anerkjent for å ha utviklet forelesningsteknikken «Peer instruction».

PEK-prosjektet ble presentert med poster på Studiekvalitetsseminaret ved UiB 13. desember, 2013 (vedlegg V).

Bruk av midlane:

Midlene i prosjektet er i hovedsak benyttet som følger:

- 1.) Reise til informasjonsmøte for SFU-ordningen arrangert av NOKUT i Oslo
- 2.) Reise og opphold for professor Eric Mazur (Harvard University) i forbindelse med «Fysikermøtet» 2013 i Bergen.
- 3.) Reise og deltagelse på ESERA-konferansen 2013 (European Science Education Research Association) på Kypros 2.-7. september 2013.
- 4.) Utprøving av teknologi-assistent i kurset PHYS112 «Elektromagnetisme og optikk» høsten 2013.
- 5.) Utprøving av økt interaksjon med instituttets forskningspartnere for studentene allerede i bachelor-utdanningen med støtte til reise og opphold ved CERN for studentene i kurset PHYS115 «Kvantefysikk og statistisk mekanikk» høsten 2013.

Resultat/funn i forhold til målsetting:

Prosjektets målsetting var å forberede en SFU-søknad fra Institutt for fysikk og teknologi, UiB. Denne ble innsendt til NOKUT i mai 2013. I tillegg er det i prosjektarbeidet utarbeidet forslag til innovative aktiviteter som vil kunne styrke en ny SFU-søknad fra instituttet ved en eventuell senere søknadsrunde.

Korleis vil instituttet/fagmiljøet følge opp resultatene:

Det er foreslått følgende konkrete aktiviteter for å følge opp PEK-prosjektet «SFU ved Institutt for fysikk og teknologi» (vedlegg II), som er oversendt instituttleder for videre oppfølging/iverksetting:

- 1.) Utvikle et foreleserforum ved Institutt for fysikk og teknologi
- 2.) Utvikle et støttefagsforum for tilpasning av «brukerskurs» mellom institutt/studieprogram
- 3.) Koordinering av innhold og pensum mellom emner ved Institutt for fysikk og teknologi
- 4.) Opplæring av student-assistenten (StudAss) ved Institutt for fysikk og teknologi
- 5.) Opplæring av teknologi-assistenten (TekAss) ved Institutt for fysikk og teknologi

Korleis kan resultatata overførast til andre miljø (inkl. kontaktperson):

Resultatene fra dette prosjektet kan være interessante for andre miljø ved UiB som planlegger å sende inn en SFU-søknad, samt miljø som har interesse av økt interaktivitet i utdanningen.

Kontaktperson: Professor Bjørn Tore Hjertaker, Institutt for fysikk og teknologi,
Universitetet i Bergen

Rekneskap (alle tall i kroner): beløp	Tildelt beløp	Benyttet
Tildelt beløp	200.000,-	
Reise NOKUT-seminar april 2013		4.000,-
Bøker		1.500,-
Reise og opphold for professor Eric Mazur (Harvard University)		33.000,-
Reise og deltagelse på ESERA-konferansen 2013 (Nicosia, Kypros)		35.000,-
Utprøving av teknologi-assistent (TekAss) i PHYS112 høsten 2013		100.000,-
Studentekskursjon til CERN i kurset PHYS115 høsten 2013		26.500,-



Centre of Interaction-based Physics and Technology Education (CIPTED)

A proposal for a Centre of Excellence in Education

Principal investigator: *Professor Bjørn Tore Hjertaker*, University of Bergen.

1. Profile and Vision

Background. Department of Physics and Technology (IFT), University of Bergen (<http://www.uib.no/ift>) gives research-based education in physics and technology by integrating scientific results, pedagogical methodologies and teaching concepts. IFT is committed to *excellence in education and research*, and continuously seeks to improve the balance between education, research and societal impact. IFT offers programs in physics and petroleum- and process technology, and is also a major contributor to cross-disciplinary programs in nano science, science teacher education, and energy resources. Our **vision** is *through high-quality education to (1) maximize students' practical understanding of abstract physics theory; (2) maximize societal relevance of students' competences in research, industry and education, and (3) continuously monitor results and adjust our study programs to achieve (1) and (2).*

Interaction. Interaction between *theory and experiment* (model building, model testing, development of equipment and analysis methods) includes development of problems and learning situations similar to real-life. Students get experience in modelling, solving technological problems and using apparatus of relevance for their professional life, which agrees with research on the issue of knowledge transfer (Anderson, 1996) and how our thinking, knowledge and competence is tied to learning situations (Säljö, 2001). Our focus on interaction is founded on knowledge of how practical project work requires both cooperation and independent work. Our study programs include elements to foster problem solving, experimentation, cooperation and autonomy. *Human interaction* is fundamental for development of conceptual understanding. New ideas must be processed and tied to prior knowledge and relevant observations/situations, which is important in lectures (Deslauriers *et al.*, 2011). Since short term memory is restricted, stimulation of processing and clarification of new ideas is paramount. We therefore seek to enhance dialogical ways of teaching, and challenge lecturers to transform their teaching. IFT already offers highly successful master degree education, as described in section 2, and our candidates are in demand in industry, education and research (NFR, 2010).

Relevance. Physics addresses needs and challenges in society related to *e.g.* energy, environment, medicine and further understanding of nature. Our courses are modified according to new discoveries in physics, and cross-disciplinary programs are introduced to meet the requirements of industry and research. Research in applied physics is closely related to existing technological challenges. Research within fundamental physics intends to understand nature and discover new phenomena by development of mathematical models and experimental and/or computational methods. In our education we combine present knowledge of nature with development of technological applications, new experimental methods and data analysis.

The innovative aspect in our vision is the combined focus on *human interactions* and *theory-experiment interaction*. This ensures focus on human interaction in the important but challenging situations where theory is to be understood in light of the situations in which it applies, and vice versa. Moreover, this combined focus will at the same time increase the *relevance* of the developed competence.

Challenges. Our bachelor programs have challenges not present at the master level, and CIPTED will therefore focus on:

- Stronger interaction between bachelor students and the academic staff, master and PhD students, and within the bachelor student group.
- Stronger integration of abstract theory with experiments and observations.
- Closer connection to industry/society through project work outside the department.
- Better adaption of introductory courses in physics for students in chemistry, biology etc.
- Research on university level science education (physics didactics) and more systematic insights in effects of different teaching methods and measures.

Benefit. A Centre of Excellence in Education (CEE) will benefit the other university departments within science and mathematics through mutual course adaptation. CIPTED will allow us to immediately improve the bachelor education, especially related to peer-support, interactivity, e-learning (*e.g.* voting system and flipped classroom) and evaluation in learning contexts involving observation or experiences. For dissemination, internally and externally, we will provide videos with best practice examples and workshops with experience-based training in successful teaching methods and models for professional development of lecturers. Documentation of effectiveness will be disseminated through research articles. Together with partners at other departments, national and international industry and research centers, we have an excellent opportunity to establish a successful CCE to the common profit of ours and other departments at the University of Bergen, other Norwegian universities as well as our partners abroad.

2. Outputs and Quality in the Established Activities

2.1 Result factors

In 2010-2012 IFT had a steady increase in the number of bachelor students, see Figure 1. A small reduction was seen for master students, mainly due to the high demand for skilled industry labour. Overall, recruitment is stable, which we consider as an indicator of high educational quality. Figure 1 also shows degrees awarded at the Department (on average 52 bachelor and 56 master degrees per year). For master students admitted in 2008-2010, 88% finished within 2 years. IFT produces ~25% of the master degrees at the Faculty of Mathematics and Natural Sciences with only 15% of the total staff, and it also has the widest range of master degree projects at our university; including theoretical and experimental physics, instrumentation, modeling, energy, environment, science didactics, and technology in industry and research. The website <http://www.studiekvalitet.no> provides statistics on students' satisfaction with higher education in Norway. The students were asked to rank institutions, their professional content, their teaching quality and relevant job opportunities. The diagram in Figure 2 shows the results for physics at the three largest universities in Norway (Trondheim, Oslo and Bergen). Bergen (in green) scores high in every category, and is best on relevant jobs. The same statistics reports that the Bergen students are likely to receive 7-11% higher salary than students from Trondheim or

Oslo, which may indicate that society and industry has a particular positive attitude towards the knowledge, skills and expertise of our candidates.

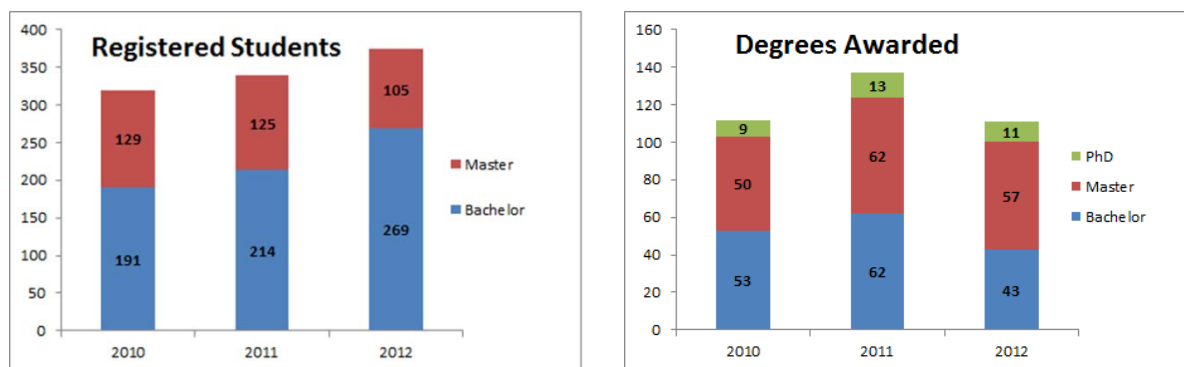


Figure 1 – Registered bachelor and master students at IFT and degrees awarded for the period 2010-2012.

Teaching quality is the area where this proposal seeks to make major improvements, and by initiating a closer link between our teaching and our external partners, we expect to further improve the relevance for the job market. Students graduated from IFT are of high standing in the industry, exemplified by the following statement by Vice President Eivind Olav Dahl (CMR Instrumentation): *“It is my opinion that the graduates from IFT have a strong professional foundation with a good balance between theoretical and experimental knowledge, which makes them very attractive for a wide variety of positions in industry”*.

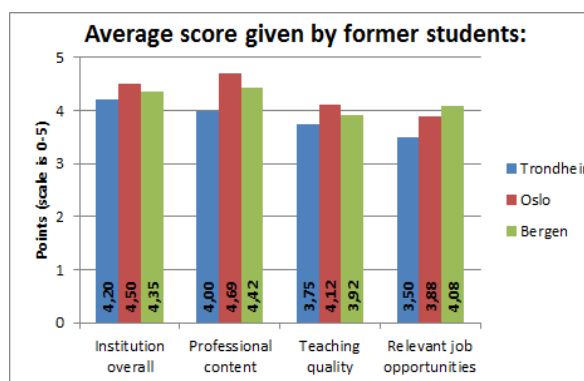


Figure 2 – Average score given by former physics students at the three largest universities in Norway (Trondheim, Oslo, Bergen) related to overall institution rating, professional content, teaching quality and relevant job opportunities.

2.2 Process factors

Ensure relevance. Several process factors contribute to enhance relevance and quality at master and bachelor level at IFT. Courses are led by academic staff in close contact with industry, research institutions, management, and schools. Lecturers of master courses have freedom to adjust the curriculum to maximise relevance of competence, content and activities. Course descriptions have been renewed to match the national qualification framework and standards for learning outcomes initiated by the Bologna-process. One IFT professor participated in this process at the faculty level. IFT took the opportunity to increase awareness of the importance of identifying and communicating competences, not just the content to be learned for each course. Student evaluations and internal discussions have revealed overlaps, gaps and relevant issues. A reform process was initiated two years ago. Work groups identified challenges and possibilities, and restructuring of the bachelor courses will begin later this year to increase relevance both towards the job market and towards other programs (biology/chemistry). Student feedback has also identified the necessity to increase relevance of assignments and examples in several courses at several departments.

Linking educational and R&D activities. IFT promotes the interplay between research and high-quality education, and has close connections to industrial partners (process/petroleum) and nuclear- and

particle physics (CERN). IFT is the host institution for The Birkeland Centre for Space Science (Norwegian Centre of Excellence - SFF). IFT also participates in a Centre for Research-based Innovation (The Michelsen Centre for Industrial Measurement Science and Technology). Many international scientists visit IFT each year, and the visiting scientists also give lectures and supervise students. Master and PhD projects are significant for the research groups and provide an efficient way to transfer knowledge and responsibility. The interplay between research and education, and the different topics offered for the master students in mono- and multi-disciplinary programs, is communicated through IFT's organizational matrix, see Figure 3.

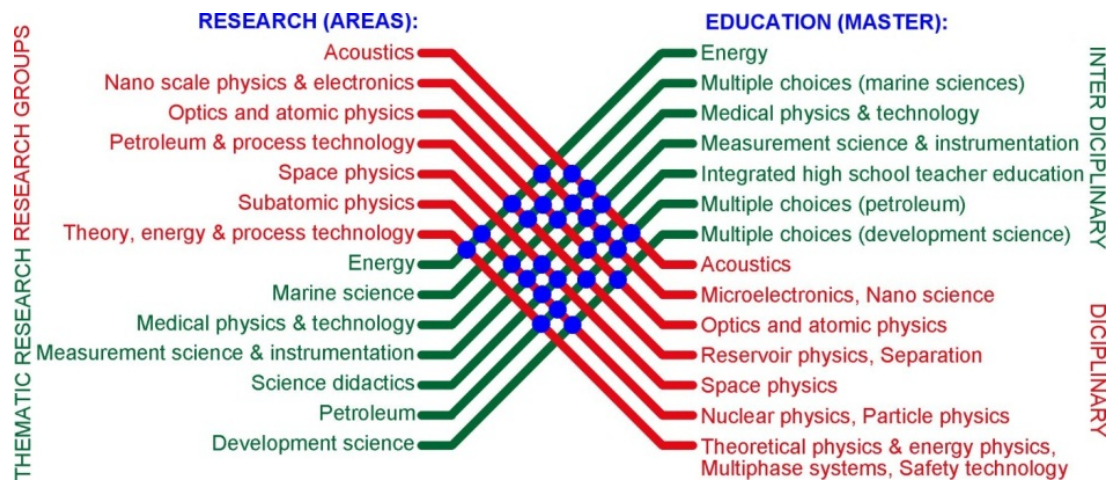


Figure 3. IFT's organizational matrix: The seven research groups are listed in the upper left (red), and research topics are listed in the lower left (green). All master programs are listed on the right; the cross-disciplinary programs in the upper right (green), and disciplinary physics programs in the lower right (red).

Master programs with relevance and interaction. When developing the quality of our bachelor education, we take inspiration from our successful master programs, in which IFT seeks to expose students to research and industrial environments in order to develop their application-oriented insights and research capabilities. IFT has extensive collaboration with external partners, e.g. Haukeland university hospital, Bergen University College, The Institute of Marine Research (Havforskningsinstituttet), Christian Michelsen Research (CMR), CERN and Roxar Flow Measurement. Master projects conducted in such stimulating learning environments link abstract concepts to concrete practices, measurements and equipment. IFT gains updated information on professional requirements, securing high societal relevance for our master programs. The master students are included in research groups, and are supervised by active researchers in an environment of student presentations, discussions and human interaction with researchers, PhD students and fellow students. Master courses with few students are also characterized by widespread interaction.

Facilitating student learning at Bachelor level – toward increased human interaction. Bachelor students have less contact with on-going research and application, and IFT aims to improve this area by building on experiences from the master program, although new strategies must be tested. IFT believes in student-lecturer and student-student interaction, active interplay between abstract models, practical measurement skills and applications, developing students' problem-solving skills, the ability to communicate and collaborate, critical thinking and creative thinking (Meld. St. 18, 2012-2013). Every researcher must participate in teaching, and the teaching methods at IFT are varied, although mainly traditional. According to student evaluations, lecturers' communication skills vary from excellent to ordinary. At the positive end we have statements like: *“Both the calculation tutorial and the lectures*

have been exceptionally inspirational and instructive. Participation in the tutorials has made it possible for me to follow the progress of the course, and the teaching assistant has been very helpful, without necessarily giving us answers to the exercise problems directly". On the negative end, in addition to average communication skills, evaluations by students state the need for "*Fewer proofs and more understanding. More time for questions and discussions*". IFT is stimulating the use of demonstrations, interaction and student activities, hoping to receive more evaluations like the following: "*The lecturer gave excellent, systematic and well-arranged lectures, and I enjoyed very much the simple experiments he conducted in the lecture room to demonstrate the topic at hand. It is easier to understand physics when it is demonstrated in practice*". Voting equipment is used in two courses to engage the students' thinking and discussions in the classroom, e.g. during practical demonstrations, but its use is still under-developed. Demonstrations are used by most lecturers. Some courses are based on laboratory exercises combined with brief lectures at the laboratory. The teacher education courses make frequent use of seminars and discussions based on experiences with learning situations and equipment. IFT offers one course using a web-based learning environment. In the course PHYS117 (5th semester), the bachelor students in pair of two interact with research groups and work autonomously through literature study, problem-solving, measurements, and oral/written communication of results. In addition to lectures, many courses include workshops in small groups where problem-solving exercises are discussed under supervision of Teaching Assistants (TA). The TAs are usually majoring in the subject, and these workshops receive both positive and challenging words from students. Some students comment on TAs' cleverness in explaining and stimulating them to discuss, think and "try again". Other students complain that there is not enough time for personal supervision, too much presentation of solutions without really explaining things, and too little stimuli and time for discussions. The study program boards regularly discuss evaluations made by students and lecturers, offer recommendations, and encourage lecturers to make improvements when needed.

Assessment methods – insufficient monitoring of relevance. In most bachelor courses the assessment includes evaluation of conceptual understanding, problem solving abilities and experimental competences. From laboratory exercises, project work and thesis, the students get comments on their written reports. To provide more feedback, and to enhance students' learning effort, many courses include a midterm test. Revised learning objectives have enabled students to identify core themes in courses, help students assess their own study progress, and help lecturers harmonize with other courses. Consistency between course descriptions and tested competences was increased in 2012 when learning outcomes for all courses and programs were reformulated. However, the learning activities were not modified, although the relevance relating to future workplace challenges was part of the reform.

2.3 Input factors

IFT is committed to its educational obligations. High quality education is rewarding and essential for the future of our research groups. The professors and associate professors are responsible for all teaching. In 2010 there were 24.2 professor and 8.8 associate professor positions at IFT, along with 10.2 researcher/Post.Doc. positions. The professor to associate professor ratio has increased steadily since 2010, and indicates quality in both research and education. Most staff has completed a course in university science education (pedagogics). All of IFT is considered as the learning environment, and the students are considered to be an integral part of the community. The office doors are usually open, to create a friendly atmosphere and increase interaction between students/staff. One room at IFT has been converted into an open working space for bachelor students. It is located at the heart of the Department,

next to the cafeteria, in order to increase the natural interaction of students and staff. IFT has mechanical and electronics workshops and well-equipped laboratories, where students get supervision, and can design/build experimental apparatus. IFT has also modernized both equipment and methods (1.2 MNOK to upgrade the multiphase flow laboratory, in addition to 800 kNOK per year for teaching equipment). Furthermore, IFT is currently upgrading its lecture rooms, and a new technology building is planned, which will become an excellent experimental learning facility. In addition, IFT has extensive competence in physics- and science didactics, which is valuable in the process of further developing our courses/study programs, professional development initiatives and CIPTED.

The CIPTED leader **Bjørn Tore Hjertaker** has a M.Sc. degree from University of California and a PhD degree from University of Bergen within process tomography. Prof. Hjertaker has professional experience from ABB Corporate Research (oil and gas instrumentation), Christian Michelsen Research (oil and gas instrumentation) and Haukeland University Hospital (cancer research). Since 2003 he has been working at IFT on different research projects within measurement science and instrumentation. Prof. Hjertaker lectures several technology and laboratory related courses, with focus on developing their educational aspects. He has completed a 10 ECTS course in university educational science.

Anna Lipniacka has a PhD in experimental high energy physics from University of Warsaw and a Docent in Physics degree from Stockholm's University. Prof Lipniacka has been a CERN associate since 1984. She has experience in large international research collaborations, including student education programs organized within them. **Kjartan Olafsson** has a dr.scient. degree in space physics from University of Bergen. He is the leader of the board of the Science Education Centre at Faculty of Mathematics and Natural Sciences and deputy head of department at IFT. **Stein Dankert Kolstø** is professor in physics education and responsible for the physics teacher education at IFT. His main interest is use of dialogue in inquiry-based science teaching.

3. Potential for Innovation and Dissemination

IFT considers its educational development as a closed loop control system, with the national qualification framework as a main reference and the educational relevance and quality as the output, as shown below in Figure 4. The quality and relevance of the educational process is evaluated (monitored) by the study program evaluator, the students and the lecturers. However, it needs to be strengthened with organized feedback from additional partners, including industry, the public sector and teaching assistants, with increased focus on how to follow up the evaluations with specific measures.

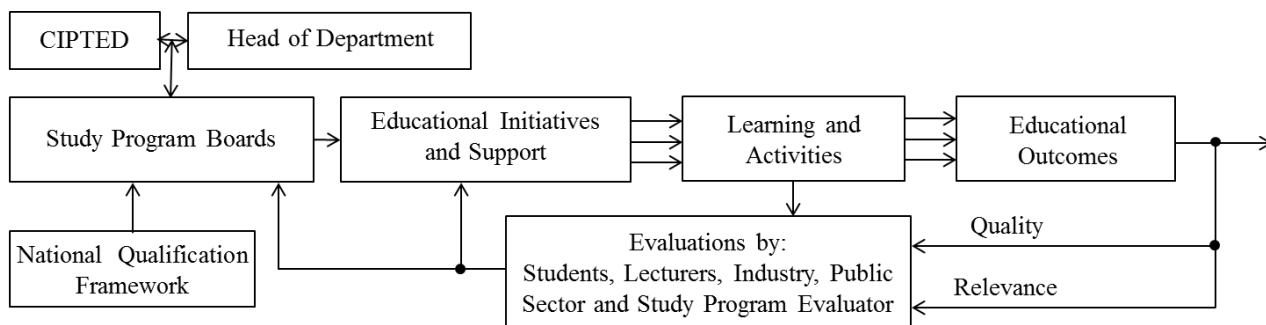


Figure 4 – The IFT educational development system.

CIPTED will focus on the bachelor education and the following work packages (initiatives):

3.1 Recruitment and the Flying Start Program

To optimize the student recruitment process, and to better integrate new bachelor students at IFT, we propose a new program called “Recruitment and Flying Start”. Physics education starts early, so for several years we have maintained close contacts and co-operation with public schools, including visits by our students. We present popular demonstrations at the University Science Fair, and we organize lectures for visiting school groups. A challenge in physics is the traditional weak gender balance. We have therefore worked with schools to improve recruitment of female students. In this process we will focus on:

- Strengthening contacts with science teachers and students, especially at upper secondary school.
- Support initiatives like “Fysikk Show Bergen”, and collaborate with important institutions like *VilVite*, the Bergen science centre, and the Centre of Science Education in Bergen.
- Contribute in TeknoVest to promote master degree studies at IFT as a natural next step forward for bachelor students at regional institutions and colleges.

Some students struggle and feel “lost” in the beginning of the bachelor degree study, and there is a certain dropout in the first semester. CIPTED will therefore initiate a “Flying Start” program, similar to that developed at the Centre of Excellence in Finnish Education at the Department of Physics, University of Jyväskylä (Hiltunen, 2009). The Flying Start program will be a two-week crash course to integrate the new students into IFT. Students will be divided into small groups and guided by enthusiastic third-year students with good social skills. The groups will collaborate and solve problems. Teachers, researchers, and PhD students will inform on their daily work and present scientific “nuggets” from their latest research. Time will also be devoted to discuss applications of physics in industry, in addition to the job market for physicists. The program will end with an informal dinner.

3.2 Interaction Learning Program

When students have overcome the initial phase as new bachelor students in physics, it is time to focus on interaction in the learning environment. Under this program we will enhance the students’ conceptual understanding by stimulating:

Enhanced Human Interaction: We will work to improve interaction between lecturer and student, interaction between students, and related activities outside the lecture room. New lecturing techniques and learning technology will be tested and evaluated, including peer instruction (Mazur, 1997), the “flipped classroom” lecturing technique, web casting, problem-based learning and development of voting technology (*e.g.* smartphone apps) facilitating use of questions for deliberate practice (Deslauriers *et al.*, 2011) and feedback in the auditorium (Reay, *et al.* 2008). Alternative assessment methods will be tested and evaluated, including the possibility for, and learning effect of, extracurricular courses in study techniques, academic writing, presentation techniques and literature search techniques.

Enhanced Theory/Experiment Interaction: Deep understanding in physics requires a balance between theory and practical experience from demonstrations and laboratory experiments. In their evaluation of courses, many students request more laboratory assignments and better integration across bachelor courses, including a larger focus on conceptual understanding rather than extensive assignments. We will therefore introduce Technology Assistants (TechAssist), who are interested master or PhD students that are hired to prepare experimental equipment for demonstrations in lectures, and to provide additional supervision for bachelor students during laboratory assignments. The TechAssists will also support lecturers in developing questions for the voter system. Different ways to increase the expertise of the TechAssists and ways they can support students’ learning, will be explored.

Evaluation: In evaluation of effects of changes and measures, we will use pre- and post-testing and monitor drop-out rates and presence at learning activities. To ensure high quality assessments, CIPTED will focus on research and development in science education, with publications in high level journals and conference proceedings. Building on our in-house expertise in science education, one PostDoc and one PhD position in science education will be promoted for further research, development and assessment in the centre. The main objective of the science educational research will be to identify examples of best practice and document quantitatively the effect of these, in addition to qualitatively determine the probable didactic mechanisms responsible for these effects. This will enable identification of examples and ideas to be communicated through CIPTED outreach activities. However, this research will also explore the use of different kinds of questions and ways to carry out learning dialogues as this, although important for practical teaching, is an underdeveloped topic in the current research literature.

3.3 Relevance of Learning Program

Students are most motivated to learn when they feel that the curriculum is relevant. Under this work program we will therefore enhance the students' understanding of relevance by introducing:

Enhanced Interaction with External Partners: The Department is fortunate to have many external partners from industry and research establishments, which has been greatly beneficial for the learning experience of our master and PhD students. This is however not yet the case at the bachelor level. In the fifth semester we have a course which with additional funding easily can be modified to exploit already existing and available national and international laboratory resources for education. The course is called PHYS117 "Experimental Physics with Project Work". In this course we will establish mandatory excursions for bachelor students to Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN), the University Centre in Svalbard (UNIS), or industrial partners like Roxar Flow Measurement, the public sector including Haukeland University Hospital, and research institutes like Christian Michelsen Research. We will develop and evaluate models for making such excursions relevant and fruitful for students' learning. Such excursions will also be beneficial to the external partners, who may expect higher future recruitment to master projects, PhD projects, and vacant positions.

Interaction at University Faculty Level for Enhanced Mutual Course Adaptation: Students at diverse study programs needs physics as part of their education, and students in physics and technology needs courses e.g. in mathematics and informatics. Cooperation with other departments at Faculty of Mathematics and Natural Sciences is therefore necessary. In the past this inter-disciplinary cooperation has been insufficient. We will therefore devote resources to enhance inter-departmental mutual course adaptation, especially since mathematics turns out to be a significant challenge for many physics students early in their bachelor program. Subsequently, CIPTED will seek ways to adapt courses in obligatory mathematics and informatics at bachelor level to e.g. also include exercises related to physics and technology, in order to strengthen relevance and students learning. Likewise, we will negotiate with other departments to find ways to tailor introductory courses in physics for non-physics students, e.g. to offer more topical focus to make the courses more relevant and inspiring for these students.

3.4 Outreach / Dissemination Program

Results from CIPTED will be communicated within IFT and to other interested parties. IFT has excellent competence in physics and science education (physics didactics) with strong connections to public schools. Through research activities by PostDocs/PhD-students, CIPTED will contribute to scholarly knowledge concerning effective and interactive university science teaching and models for

professional development. CIPTED will aim to disseminate examples and ideas to three identified groups of colleagues: within IFT, within our faculty, and to colleagues at other science departments nationally. To include and motivate teaching staff at IFT and provide specific means of pedagogical development, CIPTED will host department lecturer workshops twice per year (for each lecturer) for the bachelor level teaching staff. The workshops will discuss collected course evaluations, and possibilities and facilities for further development of teaching by sharing ideas and ensure collegial support for lecturers testing new ideas. Pedagogical training/motivation will also be addressed by invited talks. In the planning of outreach activities aiming at supporting colleagues at other departments interested in developing their teaching practice, we will take into account research findings on teacher professional development. According to Wilson (2013), effective professional development is characterized by focusing on specific content, engaging teachers collectively, and over time in active learning supported by local policy and leadership. Moreover, activities for professional development needs to be close to lecturers' own practice and include inquiry into own teaching and peer evaluation of teaching. In line with these findings, CIPTED will emphasize use of workshops in our attempts to share ideas and experiences. The workshops will be supported by short videos produced by CIPTED exemplifying both technical possibilities and pedagogical strategies. Through workshops teachers can share examples from their own teaching, and new ideas can be exemplified and trained. CIPTED will also offer follow-up contextualized supervision (whether in auditorium, laboratory or group work) when invited, and a website will offer videos and information on projects, evaluations and upcoming workshops. Furthermore, CIPTED will arrange workshops for colleagues at the other departments at our faculty and for science colleagues nationally (e.g. at the biannual meeting of the Norwegian Physics Society). In addition, we will present results and ideas through more traditional lectures at science departments nationally. Finally, we will promote ideas to teachers in public schools in connection with events like "Faglig-Pedagogisk Dag", and for future school teachers through our teacher education program.

4. Organization

CIPTED will be located and hosted at IFT, and Prof. Bjørn Tore Hjertaker will be the centre leader. The centre will be organized in four work groups focusing on recruitment and flying start for new students, interaction in learning, relevance in learning, and outreach/dissemination, as shown in

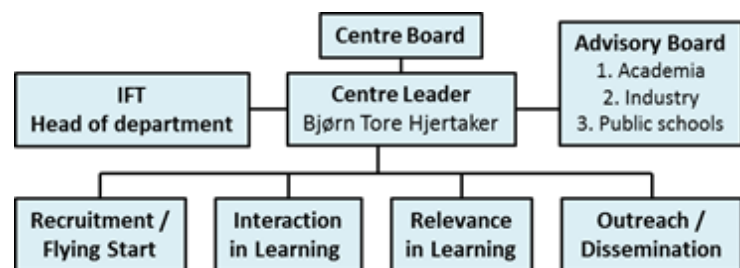


Figure 5 – The CIPTED organizational chart

Figure 5. Each work group will have a leader and a co-leader, who will constitute the leader group, headed by the centre leader. There will also be a Centre Board consisting of representatives from UiB. The Advisory Board will consist of three persons representing academia, industry and the Norwegian public school system with at least one female and one foreign member. The advisory board members shall monitor CIPTEDs educational progress with regards to the aims and activities laid out in this proposal, and advise/challenge the center leader (leadership team) on the overall educational direction. The added value of this organization is a streamlined approach that connects the admission of new students, a targeted focus on the learning environment for existing students, continuous collaboration with other departments, and active communication of key findings to other parties.

5. Collaborative Partners

The Department has a large network of national and international collaborators. The most important partners in this project are:

- [*CERN*](#): (The European Organization for Nuclear Research) operates the European Laboratory for Nuclear- and Particle Physics.
- [*UNIS*](#): The world's northernmost institution for research and higher education.
- [*NAROM*](#): A national centre for space physics education located at Andøya Rocket Range.
- [*Haukeland University Hospital*](#): The second largest medical research center in Norway.
- [*Christian Michelsen Research*](#): A leading institute in technology research.
- [*Roxar Flow Measurement*](#): A leading provider of technology to the oil & gas industry.
- [*Birkeland Centre for Space Science*](#): An established centre of excellence hosted by IFT.

All CIPTED partners are world-leading in their respective research areas. The state-of-the-art research facilities of these institutions will give our students valuable practical experience and true research-based education during project work in the PHYS117 course. Personnel at these institutions will contribute with supervision, in close collaboration with IFT staff.

6. Gender Aspects

To improve gender equality at Norwegian universities, we will have special focus on including young female members in CIPTED activities, and thereby giving them opportunities to advance towards excellence in education. It is also our experience that brilliant female staff members serve as excellent role models for female students.

7. Added Value by Establishing the Centre and Exit Strategy

By establishing CIPTED we will:

- Utilize new educational possibilities and methods in physics and technology education
- Create an attractive educational environment for future researchers and teachers in science
- Stimulate team work, interaction, personal development and common responsibility for professional and social learning
- Offer our bachelor students true research-based education by establishing project work using the state-of-the-art research infrastructure with our collaboration partners
- Educate highly qualified candidates that with confidence and professional abilities are capable of communicating and utilizing their knowledge for the greater benefit of society

After 10 years CIPTED will have established an international reputation of excellence to:

- Support science colleagues nationally to improve their use of interaction in science teaching
- Attract funding from domestic and foreign sources (e.g. industry and government) to sustain a program of excellent education in physics and technology based in Bergen
- Attract excellent national and international students to IFT for the benefit of both students and the wider Norwegian community
- Continue education of the next generation of physics and technology experts

The first 10 years of CIPTED is intended to be the beginning of a long term commitment to excellent education in physics and technology for the benefit of students, staff, and the general public.

APPENDIX

Planned timeline and activities to be conducted

The planned timeline and activities to be conducted in CIPTED is shown in the chart below:

Task	2014				2015				2016				2017				2018			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
CIPTED Kick-off meeting	Kick-off meeting																			
PostDoc and PhD	Startup and application sent to the Norwegian Social Science Data Services concerning data collection				First evaluations and suggestions for changes				Changes implemented based on first evaluations				First three descriptions of best practice				First two articles submitted			
													Further evaluations and best practice examples				Further dissemination of results			
																	PhD dissertatio			
Flying start	Planning and negotiation with colleagues				First trial round				Evaluation and further development				Second round				Summing up experiences and make dissemination video			
																	Further development of Flying start program			
Learning environment	Planning changes in lectures and group activities				Implementing changes in first two courses				Evaluating and implementing changes in two further courses				Adjust changes in the first two courses and two more				Evaluating and produce first two example videos			
																	Eight courses involved in exploration of new methods			
																	Further development of learning environment			
External interaction in learning environment	Planning and negotiations with external partners (PHYS117 projects)				PHYS117 projects with external partners (first round)				Evaluations and proposed improvements of PHYS117 projects				PHYS117 projects with external partners (second round)				Summing up experiences and make dissemination video			
																	Planning and negotiations with faculty depts (mutual course adaptation)			
																	Implementation of mutual course adaptation in two courses			
																	Evaluation and implementation of course adaptation in two more courses			
																	Adjust changes in first two courses			
																	Summing up experiences and advice for further course adaptation			
																	Continue to improve external interaction in learning environment			
Technology assistants	Startup and dialog with lecturers about needs and first activities				First trial round with TechAssists in 2 courses				Exploring ways to support students during lab-work				Evaluation and identification of needs for changes				Second round with TechAssists in 2 additional courses			
																	Summing up experiences so far and produce dissemination videos			
																	Continue to develop the role and expertise of technology assistants			
Professional development (PD)	Startup of lecturer forum for autumn lecturers and group leaders				Evaluating and adjusting lecturer/group leader fora and planning further PD activities				Startup lecturer forum for spring lecturers and group leaders				Evaluating and adjusting lecturer/group leader fora and planning further PD activities				Video explaining experience with lecturer forum produced			
																	Video explaining experiences with PD of group leaders			
																	Continue to develop lecturer and group leader fora			
Outreach activities / dissemination	Lectures for visiting school groups / visiting upper secondary schools				University Science Fair / Physics Show and launch of CIPTED web-site				Attending international conferences for inspiration				Seminar with faculty depts to explore professional development and new methods to be tested				Workshop for IFT colleagues presenting and "trying out" ideas based on first experiences			
																	Two workshops at biannual meeting of Norwegian Physics Society (NPS)			
																	Seminar with workshops and invited speakers for faculty depts			
																	First videos and best practice examples published on CIPTED web-site			
																	Seminar with workshops and invited speakers for faculty depts			
																	Two workshops at biannual meeting of NPS			
																	Seminar for faculty depts			

Plan for financial resource acquisition

The CIPTED financing plan is as follows (all numbers in kNOK):

Financing	2014	2015	2016	2017	2018
Allocation from the <i>Norwegian Agency for Quality Assurance in Education</i> (NOKUT)	3000	3000	3000	3000	3000
University of Bergen (In-kind contribution specified below)	9588	10252	10535	10827	10689
External partners (In-kind contribution specified below)	135	139	143	147	152
Total	12723	13391	13678	13974	13841

If awarded a CEE, we will work to secure further funding to strengthen the financial foundation of CIPTED by investigating possibilities via our many external partners participating in M.Sc. and Ph.D. projects, in addition to other funding sources, *e.g.* Bergen Teknologioverføring AS and Norgesuniversitetet.no.

List of internal (University of Bergen) in-kind financial contributions to CIPTED:

Internal (UiB) in-kind contribution
1 Ph.D. position (4 years) contributed by the Faculty of Mathematics and Natural Sciences (UiB). In-kind contribution: 778 kNOK per year (2014) + 3% for each additional year.
CIPTED centre leader funded by IFT In-kind contribution: 1100 kNOK per year (2014) + 3% for each additional year.
Annual department upgrade/ further development of lower degree laboratory facilities (PHYS117/PHYS114) by IFT In-kind contribution: 800 kNOK per year
Man-year workload for lecturing of lower degree courses at IFT: 4.5 man-year at 1100 kNOK per year (2014) + 3% for each additional year.
Man-year participation of IFT technical staff into lower degree education (PHYS114/PHYS117): 0.6 man-years at 458 kNOK (ltr 55) per year (2014) + 3% for each additional year.
Man-year workload by teaching assistants at IFT: 1.0 man-year at 362 kNOK (ltr 40) per year (2014) + 3% for each additional year.
Man-year compulsory duty of university PhDs (25% workload): 2.2 man-year at 778 kNOK per year (2014) + 3% for each additional year.

The man-year estimate for professor/associate professor lecturing and the compulsory work done by university PhDs in the CIPTED associated lower degree courses at IFT are listed in the following table:

Course	% of man-labour years Perm. staff	% of man-labour years Temporary staff	Students per year	Planned CIPTED-activities
PHYS101 Basic course in mechanics and thermodynamics	22.5	20	120	Better adaption to biology, chemistry, geology
PHYS102 Basic course in electromagnetism, optics and modern physics	22.5	12.5	50	Better adaption to biology, chemistry, geology
PHYS109 Introduction to astrophysics	22.5	12.5	50	More outdoor observations
PHYS110 Perspectives in physics	22.5	12.5	55	Simple experiments
PHYS111 Mechanics I	40	25	120	
PHYS112 Electromagnetism and optics	22.5	12.5	60	Experiments
PHYS113 Mechanics II and thermodynamics	22.5	12.5	45	Experiments/demonstrations
PHYS114 Experimental physics and measurement science	100	90	60	New experiments
PHYS115 Quantum physics and statistical mechanics	22.5	12.5	25	Experiments and/or new exercises
PHYS116 Signal- and system analysis	40		15	
PHYS117 Experimental physics with project work	80		25	Excursions, cooperation on project exercises with external partners (regional, national and international)
PTEK100 Introduction to petroleum- and process technology	35	12,5	150	Excursions, more group work
Total	452	223		

In second column the contribution of permanent academic staff, measured in percentage of man-labour years, is specified and in third column the contribution from temporary academic staff and student assistants. The man-labour year of a permanent faculty member is nominally divided on research (45%), teaching/supervision (45%) and administration (10%). The work contribution of the permanent academic staff on these courses corresponds to 10 full-time positions.

List of external in-kind financial contributions to CIPTED:

External in-kind contribution
Man-year contribution by Haukeland University Hospital ¹ 60 hrs at 564 NOK per hour (2014) + 3% for each additional year.
Man-year contribution by Christian Michelsen Research ¹ 60 hrs at 564 NOK per hour (2014) + 3% for each additional year.
Man-year contribution by Roxar Flow Measurement ¹ 60 hrs at 564 NOK per hour (2014) + 3% for each additional year.
Man-year contribution by the Birkeland Centre for Space Science ¹ 60 hrs at 564 NOK per hour (2014) + 3% for each additional year.

¹ Based on 60 supervision hours per semester, and a cost of 1100 kNOK per year assuming 1950 working hours per year. 1100 kNOK per year is the cost for a university professor/associate professor.

Budget

The CIPTED budget (all numbers in kNOK):

Cost	2014	2015	2016	2017	2018
Post.Doc. position (CIPTED)	468	967	999	1032	1066
Ph.D. position (UiB)	389	801	825	850	438
Student excursions CERN/Svalbard/Industry	600	600	600	600	600
Technology Assistants	200	200	200	200	200
Conferences/travels	200	150	150	150	250
CIPTED administration (Including CIPTED board and advisory board meetings)	332	200	200	200	217
Lecture Forum (Invited lecturers and moderators)	350	200	200	200	300
Workshops/video production	350	283	251	318	500
Personnel cost	500	400	400	300	400
CIPTED centre leader	1100	1133	1167	1202	1238
Upgrade of IFT laboratory facilities	800	800	800	800	800
Lecturing and supervision of lower degree courses at IFT, includes: - contribution by professors/associate professors - supervision by external partners, - contribution by IFT technical staff - contribution by IFT teaching assistants and - compulsory work by UiB funded PhDs)	7434	7657	7886	8122	8365
Total	12723	13391	113678	13974	13841

References

References to publications:

- Anderson J R, Reder L M and Simon H A, *Situated Learning and Education*, Educational Researcher, 25(4), 5-11 (1996).
- Deslauriers L, Schelew E and Wieman C, *Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class*, Science, 332, 862-864 (2011).
- Hiltunen K (ed.), *Centres of excellence in Finnish university education 2010-2012*, Publications of the Finnish higher education evaluation council 3:2009, ISBN 978-952-206-101-0, Tampere, Finland (2009)
- Mazur E, *Peer instruction: A user's manual*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, (1997)
- Reay N W, Li P and Bao L, *Testing a new voting machine question methodology*, Am. J. Phys. 76, 171 (2008).
- Meld. St. 18, *Lange linjer – kunnskap gir muligheter*, Det kongelige kunnskapsdepartement, Melding til Stortinget nr. 18 (2013).
- Säljö R, *Læring i praksis. Et sosiokulturelt perspektiv*. Oslo: Cappelen Akademisk Forlag (2001).
- NFR (The Research Council of Norway), *Basic Physics Research in Norway – An evaluation*, 2010.
- Wilson S M, *Professional Development for Science Teachers*, Science, 340: 6130, pp. 310-313 (2013).

References to photos used in the application document:

- Photo 1: Front page (left) - Laboratory work by students in the teacher education program at IFT.
Copyright: Stein-Dankert Kolstø
- Photo 2: Front page (middle) - Students following the course AGF345 “*Polar Magnetospheric Substorms*” on field work at Svalbard. Copyright: Njål Gulbrandsen.
- Photo 3: Front page (right) - Students participating in the IFT hosted “Fysikk Show”.
Copyright: Kjartan Olafsson.

Abstract

The objective of CIPTED is to enhance interaction and relevance in physics- and technology-based education at bachelor level. A flying start program will be established to optimize the student recruitment process by better integrating new students at the department. Interaction in the learning environment will be stimulated through increased human interaction (student-student and lecturer-student) and stronger interaction between abstract theory and practical experiments/observations. Teaching activities will stimulate peer-support, interactivity, personal response systems, flipped classrooms, and increased use of technical/teaching assistants. The relevance of the education will be improved through stronger interaction with external partners (research institutes, industry, public sector), and stronger coordination with other departments at the university. Research activities in science education (physics didactics) will continuously evaluate and document findings in order to provide new scholarly knowledge. Results will be disseminated broadly to collectively engage science lecturers in active learning. Discussions based on own practices and student feedbacks will be stimulated, e.g. at local and national lecturer workshops. Ideas will be promoted to teachers in public schools through a teacher educational program and events like “Faglig-Pedagogisk Dag”. Results will also be presented at international conferences and published in peer-review journals in science education.

Aktiviteter foreslått iverksatt ved IFT med tildelte PEK-midler i 2013

SFU-søknaden ved IFT er i 2013 tildelt 200 kNOK av Studieadministrativ avdeling, Program for evaluering og kvalitetssikring (PEK).

SFU-arbeidsutvalget foreslår følgende undervisningsfremmende aktiviteter ved IFT for å fremme en SFU-søknad i 2013 og/eller senere e.g. ved neste SFU-utlysning i 2016:

1.) Foreleserforum ved IFT

Beskrivelse av aktivitet:

I rapporten fra Utvalg for lavere grads undervisning (mai 2011) ble det foreslått at instituttet vurderer å lage en samling en gang i semesteret for forelesere på lavere grads fysikkemner der ideer og utfordringer knyttet til forelesninger og regneverksted drøftes. Arbeidsgruppen for SFU-søknad foreslår at et slikt foreleserforum opprettes ved instituttet.

Målsettingen for foreleserforum er å øke kvaliteten på studentenes læring gjennom videreutvikling av oppgaver, arbeidsformer og undervisning som tilbys studentene. Sentrale delmål bør være å følge opp studenters emneevalueringer og tilbakemeldinger på et konkret nivå og gi den enkelte foreleser en arena der ideer til endringer kan diskuteres med kolleger. Fokuset er på undervisning og læring, ikke på hvilke emner og kompetanser som bør inngå i de ulike emnene. Arena for slike problemstillinger er «Kurskoordinering».

Konkret foreslår vi en modell med to foreleserforum; et for lavere grads høstemner og et for lavere grads våremner. Videre foreslår vi at det avholdes en samling i forkant av semesterstart og en midtveis i semesteret. Forslag til opplegg for foreleserforum er at en og en foreleser legger frem tilbakemeldinger de har fått gjennom studentevalueringer (og eventuelt fra referansegruppe) samt muligheter og utfordringer de selv har tenkt på. Det er videre opp til resten av gruppen å komme med konstruktive innspill til hvordan opplegg, forelesninger og aktiviteter i emnet kan forbedres. På denne måten blir alle i gruppen felles ansvarlige for videreutvikling og utprøving av endringer, og det blir alles ansvar å hjelpe hver enkelt til å bli gode forelesere.

Møter i foreleserforumet bør ha en leder som fungerer som innkaller, mediator og som stiller krav til konkretisering av endringsforslag. Det bør være minst en studentrepresentant som formidler og følger opp tilbakemeldinger fra studenter. Hvis instituttet etablerer et system med referansegrupper for lavere grads emner bør en vurdere om studentrepresentanten for de emnene også skal delta på foreleserforum.

Deltagelse for hvem: Forelesere ledere av regneverksted tilknyttet lavere grads emner, studentrepresentant og en leder/moderator (kan eventuelt være en av foreleserne)

Foreleserforum for høstkurs vil kunne omfatte følgende emner: PHYS101, PHYS111, PHYS115, PHYS116, PHYS117, PTEK100, MNF170. Inkludert ledere for regneverksted og studentrepresentant gir dette en gruppe på ca. 13-16 personer. Dette er litt mange, og en bør

vurdere om alle de nevnte emner skal inkluderes i samme forum. Foreleserforum for våremner vil kunne omfatte følgende emner: PHYS102, PHYS112, PHYS113, PHYS114 og NANO160. Inkludert ledere for regneverksted og studentrepresentant gir dette en gruppe på ca. 8-10 personer.

Forslag til tidspunkt for gjennomføring: Oppstart juni eller august 2013 med Foreleserforum for høstemner. Oppstart januar 2014 (eller desember 2013) med Foreleserforum for våremner.

Anslått kostnad: I utgangspunktet er dette et diskusjonsforum som koster tid men ikke penger. Ledelse av foreleserforum vil kreve tid, enten lederen utpekes blant deltagende forelesere eller en annen utfordres til å gjøre dette. Samtidig vil tiltak som identifiseres kunne koste penger, f.eks. i form av demonstrasjonsutstyr.

2.) «Støttefagforum»: Tilpasning av ”brukerkurs” mellom institutter/studieprogrammer

Med ”brukerkurs” mener vi i denne sammenhengen kurs som undervises av et annet institutt, men benyttes også av andre studieprogrammer enn moderinstituttets disiplinprogram. Når det gjelder IFT er det to kategorier med slike emner: a) Emner i matematikk og informatikk som inngår i våre studieprogrammer, og b) Fysikkemner som inngår i andre studieprogrammer enn våre egne.

a) Studieprogrammene i fysikk og petroleums- og prosessteknologi inneholder emner i matematikk, spesielt i begynnelsen av studiet. Dette er solide emner, men våre studenter har ofte savnet at matematikken brukes direkte på fysiske problemstillinger for å få god jordkopling. Spesielt i emnene MAT111, MAT112, MAT131 og til dels MAT212 behandles tema som kan anvendes nokså umiddelbart på fysikkproblem. Det vil være enklest i første omgang å få til et spesialopplegg på regneverkstedene i MAT111, på grunn av klasseinndelingen i første semester. Flere modeller kan være mulige: i) Noen av de oppsatte regneoppgavene i kurset erstattes med fysikkoppgaver – i så fall må IFT påta seg å lage disse oppgavene og eventuelt spandere noe tid på diskusjoner med klasseleder – det optimale er at klasseleder er en fysikkstudent. ii) Det tilbys en ekstra (dobbel)time for IFT-studentene i MAT111, for eksempel 3-4 ganger i semesteret, der fysikkoppgaver blir gjennomgått. Kostnadene må IFT betale.

I den planlagte endringen i bachelorprogrammet i fysikk inngår programmeringskurset INF109 i første semester. Institutt for informatikk etterlyste faktisk fagrelevante programmeringsoppgaver fra de andre instituttene da kurset ble opprettet, men responsen var noe laber.

b) Emnene PHYS101 og PHYS102 benyttes av studenter i kjemi, geologi, biologi og integrert lærerutdanning. Læreboken i kursene har en rekke eksempler med anvendelser av fysikken i andre fag, spesielt biologi og medisin. Her kan det være aktuelt å kunne tilby noen timer oppgavegjennomgåing med fagtilpassete oppgaver – behovet er sannsynligvis størst for biologi- og geologistudenter. Det vil i så fall være fruktbart å utforme noen oppgaver i

samarbeid med engasjerte fagpersoner på institutt for biologi og institutt for geovitenskap; slike oppgavesett kan selvsagt brukes flere ganger. I undervisningen kan en for eksempel bruke lignende modell som i (ii) beskrevet ovenfor, med 3-4 dobbeltimer ekstra oppgavegjennomgåing hvert semester for biologistudentene og tilsvarende for geovitenskapsstudentene (disse timene må selvfølgelig også være åpne for andre interesserte studenter på kursene).

Vårt forslag er at det lages et «Støttefagforum» der alle MN-institutt inviteres til å delta og hvor en sammen leter etter muligheter for å tilpasse «brukerkurs» etter hverandres behov. Forumet bør være fleksibelt på den måten at det utfordrer emneansvarlige for aktuelle kurs til å sette seg ned sammen for å utforske mulige tilpasninger.

Deltagelse for hvem: En representant fra hvert MN-institutt, fortrinnsvis emneansvarlige på kurs hvor det er aktuelt å lete etter nye muligheter for tilpasninger til studenter fra andre MN-institutt.

Tidspunkt for gjennomføring: Bør invitere andre MN-institutt til samtaler om rammer for et slikt samarbeid snarest mulig.

Anslått kostnad: Tidsressurser vil gå med til arbeidsmøter og tilpasning av kurs.

3.) «Kurskoordinering»: Koordinering av innhold og pensum mellom emner ved IFT

Beskrivelse av aktivitet:

Det finnes mange kurs ved IFT det bør undervises i sammenheng med hverandre, fordi innhold er basert på kunnskap studenter har fra andre kurs. (Eksempel: For PHYS201 står det i emnebeskrivelsen at tilrådde forkunnskaper er PHYS115. For PHYS215 kreves ikke forkunnskap selv om kurset er umulig å forstå uten godt del av matematikk)

Det er ønskelig at lærere fra slike "kursgrupper" snakker med hver andre minst en gang i året, koordinerer kurs innhold, og skriver en kort refleksjon med konklusjoner. Konklusjoner bør beskrive hvordan kurser henger sammen med nærliggende emner og aktuelle muligheter for å modifisere pensum eller innhold for de enkelte kurs. Refleksjoner bør bli gjort tilgjengelig for alle ved IFT.

Programkomiteene bør etablere slike kursgrupper og oppfordre lærere til å ta direkte kontakt med hverandre for å diskutere kurskoordinering. Konklusjoner fra disse diskusjonene kan for eksempel legges ut på en "wiki" eller annen system tilgjengelig for instituttet (Facebook ?), hvor folk kan sette inn og lese hverandres kommentarer. (Eksempler på wiki bruk ved instituttet: https://wikihost.uib.no/ift/index.php/Main_Page .)

Deltagelse for hvem: Alle med emneansvar på IFT

Tidspunkt for gjennomføring: En gang årlig

4.) «StudAss-forum»: Opplæring av student-assistenter (StudAss)

Beskrivelse av aktivitet:

Styrking av pedagogisk kompetanse: Undervisningen er i dag delt mellom vitenskapelig personale (professor/førsteamanuensis) som har pedagogisk opplæring og foreleser i plenum, og hjelpelærere (student-assistenter) uten pedagogisk opplæring som har ansvaret for å følge opp hver enkelt student på individuelt nivå gjennom kollokvier og regneverksted. Studenter fra den integrerte lektorutdanningen får generelt god evaluering. Det foreslås derfor at kandidater fra lektorutdanningen blir spesielt invitert til å gjennomføre deler av sin praksis som StudAss ved IFT, og at alle hjelpelærerne tilbys opplæring ved semesterstart og individuell oppfølging i løpet av semesteret gjennom et StudAss-forum. Til å lede forumet kunne man invitere fagpersoner fra den videregående skole som bedre kjenner faglig bakgrunn og vil kunne bidra til mer fokus på god læringsmetodikk.

Fokus på studentens læringsmiljø: Ved semesterstart er det stort frafall på regneverksted og kollokvier. En del studenter synes også det er skummelt å spørre om hjelp i store grupper. Fordi det er viktig å skape et klima hvor det er lavest mulig terskel, foreslås det å styrke regneverkstedene med ekstra personale i starten av semesteret. Videre foreslås det å dele inn regneverkstedegrupper basert på studentenes faglige nivå. Man bør også prøve å ha enklere regneoppgaver i starten av regneverkstedet slik at følelsen av mestring blir større. For å motivere studentene, kunne man tilby studentene individuell tilbakemelding via hjelpelærer et par ganger per semester, hvor status for faglig gjennomføringen og veien videre diskuteres.

Deltagelse for hvem: Alle som er gruppelærere / hjelpelærere ved 100-talls emner samt en rådgivende fagperson med god praktisk pedagogisk kompetanse.

Tidspunkt for gjennomføring: Ved oppstart av hvert semester.

Anslått kostnad: Godtgjørelse til rådgivende fagperson og eventuelt økt timeramme for gruppeledere som deltar i StudAss-forum.

5.) «TekAss-forum»: Opplæring av teknologi-assistenter (TekAss)

Beskrivelse av aktivitet:

Som et grep for å øke begrepsforståelsen hos studentene er det ønskelig å inkludere demonstrasjon av enkle laboratorieforsøk i undervisningen/under forelesning. I tillegg viser det seg at kommunikasjon mellom foreleser og studenter, ved hjelp av mentometerknapper, er særlig nyttig. Det siste er en god måte for foreleser å få innsikt i hvor godt studentene har forstått det underviste pensum, samtidig som det er en anonym, og dermed trygg, måte for studentene å gi tilbakemelding på hva de har forstått og ikke forstått. Dette gir verdifull informasjon til foreleser, som dermed kan korrigere undervisningsopplegget deretter.

Disse tiltakene er tidkrevende både med tanke på tid under selve forelesningen og tid som går med til forberedelse for foreleser. For å minimalisere denne uønskede faktoren og dermed søke å motivere foreleserne til å gjennomføre demonstrasjonsforsøk og mentometerkommunikasjon, opprettes det en stilling som teknologi-assistent (TekAss-stilling).

Teknologi Assistentens oppgave vil være å bistå foreleser i den praktiske gjennomføringen av disse tiltakene. Dette vil være å finne frem, rigge opp og teste det nødvendige utstyret, samt å hjelpe foreleser med selve gjennomføringen, dersom det er ønskelig. Teknologi Assistenten vil være behjelpelig med å danne spørsmåls-bank, med spørsmål til bruk i mentometerkommunikasjon. Teknologi Assistenten tar kontakt med de ulike forelesere på 100-talls kurs i god tid før oppstart av de ulike kursene for å avklare aktuelle behov og muligheter.

Det kan tenkes at stillingen kan dekkes av en masterstudent, eller at den inngår som pliktarbeid for en stipendiat. At Teknologi Assistenten er utadventd, har et snev av pedagogisk sans og kjennskap til teknisk utstyr på huset kan være en fordel.

Deltagelse for hvem: Alle som foreleser på 100-talls emner.

Tidspunkt for gjennomføring: Etter behov slik dette blir avklart med den enkelte foreleser i forkant av kursstart.

Anslått kostnad: Godtgjørelse til teknologi-assistenten. Her må en anslå et timeantall og prøve seg frem.

Teknologi i undervising

Sigurd Askeland

November 27, 2013

1 Studentresponsystem

Det er velkjent at foreleserar ofte slit med å få respons frå publikum. Professoren stiller eit spørsmål, og det legg seg ei klam tausheit over forsamlinga. Studentane prøver å unngå blikkontakt. Særskilt i store klassar er det motvilje mot å skilja seg ut i frå mengda, samt å potensielt dumma seg ut med eit feil svar. Dette er eit problem, sidan interaktivitet er ein glimrande måte å halda publikum vakne på. Dessutan treng forelesaren unekteleg litt tilbakemelding undervegs for å vita om studentane heng med.

Det finst mange teknikkar for å lura med seg eit motvillig publikum. Ein effektiv metode er å gi tilhøyrarane anonymiteten tilbake ved å dela ut mentometerknappar. Forelesaren får responsen han vil ha, og studentane slepp å tre inn i rampelyset. Ulempene er at slike system er dyre, og det går vekk ein del tid på å dela ut og samla inn apparata. I tillegg kjem eventuelle tekniske problem.

Det er nyleg dukka opp eit rimeleg alternativ til mentometerknappar. Det finst nett-tenester som lar ein bruka smarttelefonar, nettbrett eller data-maskinar som mentometerknappar. Sidan denne teknologien omtrent er allemannseige, og det finst trådløst nett på heile universitetet, er det interessant å utforska denne løysinga.

Dette kapitlet inneheld forfattaren sine erfaringar med og vurderingar av nettbaserte studentresponsystem, med fokus på brukarvenligheit og stabilitet.

1.1 Kva teneste skal ein velga?

Det er fleire responsystem tilgjengeleg på nettet, og mange av dei er gode. Fire av dei vart vurdert.

- [infuseLearning.com](https://infuselearning.com)
InfuseLearning er svært enkel og brukarvenleg, med funksjonalitet godt egna til undervising. Tenesten er ikkje alltid stabil, og låste seg ved fleire høve under testing.
- mentimeter.com
Mentimeter har ein meir begrensa funksjonalitet, og er ikkje så interessant for undervising som dei tre andre.
- [pollEverywhere.com](https://polleverywhere.com)
PollEverywhere er ei ypperleg teneste med mange spanande mogelegheiter velegna for undervising. Det vart ikkje oppdaga nokre problem med stabiliteten. Ulempen med PollEverywhere er at ho er mindre brukarvenleg for forelesar, og krever meir førebuing. I tillegg er tenesta berre gratis dersom ein har ferre enn 40 studentar. Som einaste av dei fire tillet tenesta at publikum svarer med sms. Dessverre er ingen norske telefonselskap med på laget, så dette er ikkje så interessant likevel.
- socrative.com
Socrative kombinerer funksjonaliteten til InfuseLearning med stabiliteten til PollEverywhere. Ein har ikkje alle dei same mogelegheitane som med PollEverywhere, men til gjengjeld er alt vidunderleg enkelt og brukarvenleg.

Som den mest lovande vart Socrative testa i større grad enn dei andre, blant anna i ein faktisk forelesingssituasjon. Socrative blir skildra i detalj i neste avsnitt.

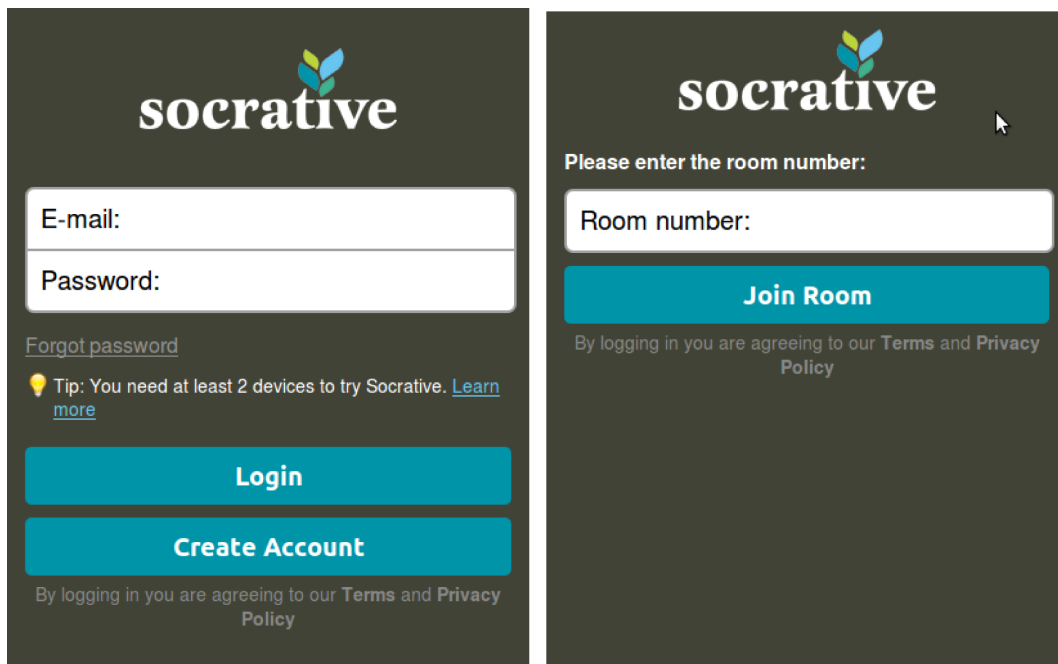


Figure 1: Innloggingsvindaug for forelesar (til venstre) og studentar (til høgre). Forelesar treng ein konto, medan studentane berre treng forelesaren sitt "romnummer".

1.2 Studentresponsystemet Socrative

For å bruka Socrative som forelesar må ein laga seg ein konto, noko som krever ei e-postadresse og eit passord. Ein vert tildelt eit virtuelt "romnummer", som studentane bruker for å logga seg inn. (Sjå Fig. 1.) I døma brukt her er romnummeret sett til sigurd.

Innlogga som forelesar kjem ein til kontrollpanelet (sjå Fig. 2). Her ser ein romnummeret sitt, og kor mange studentar som er pålogga. Studentane, på si side, ser berre ein venteskjerm. Under kategorien *Single Question Activities* på kontrollpanelet finn ein tre svært nyttige valmogelegheiter. Dei heiter **Multiple Choice**, **True/False** og **Short Answer**. Dette er aktivitetar som ikkje krever noko forarbeid.

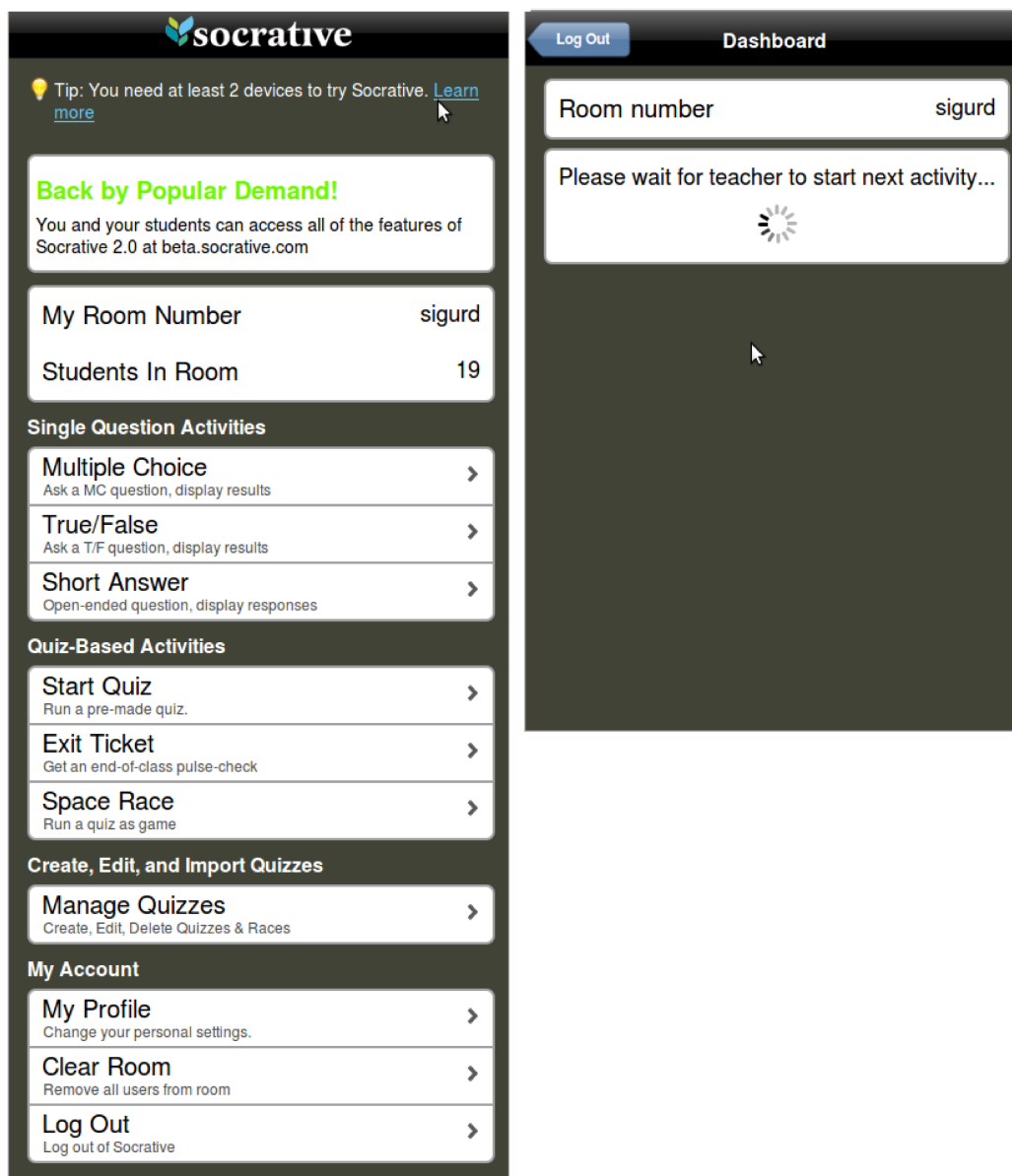


Figure 2: Socrative sitt kontrollpanel (til venstre). Forelesaren ser kor mange studentar som er i "rommet", og har mogelegheiten til å starta aktivitetar som **Multiple Choice**, **True/False** eller **Short Answer**. Studentane (til høgre) ser berre eit ventevindaug på dette tidspunktet.

- **Multiple Choice**

Dersom forelesar vel dette alternativet, vil alle studentane få opp svar-alternativ frå **A** til **E**. (Sjå oppe i Fig. 3.) På forelesaren sin skjerm vil ein få opp eit histogram som oppdaterer seg etter som studentane svarer.

- **True/False**

Dette er i bunn og grunn eit ja/nei-spørsmål. Studentane for valet mellom **True** og **False**, og resultatet blir vist i eit histogram i forelesaren sitt vindauge. (Sjå nede i Fig. 3.)

- **Short Answer**

Om forelesaren vel **Short Answer**, vil studentane få opp ein boks til å skriva inn eit kort svar. (Sjå til høgre i Fig. 4.) Når studentane svarer, kjem det opp som ei linje tekst i forelesaren sitt vindauge. (Sjå til venstre i Fig. 4.)

Desse hurtigvala gjev ingen kontekst til spørsmåla. Det må forelesaren sjølv gje, gjerne muntleg. Ein kan til dømes spørja: "Forsto du dette?", og trykka på **True/False**. Dette vil då fungera som eit ja/nei-spørsmål. For eit meir nyansert svar kan ein spørja: "Kor godt forsto du dette?". **Multiple Choice**-alternativet vil då gje studentane sjansen til å formidla om dei forsto det svært godt (**A**) eller middels dårleg (**D**), osv. For meir generelle spørsmål, som krever meir enn ja/nei eller A-E, kan **Short Answer** vera løysinga. Forelesaren stiller spørsmålet, t.d. "Kven oppfant hjulvispen?", og elevane skriv inn sitt eige svar.

I tillegg til dei tre hurtigvala kan ein òg laga quizar i Socrative. Dette krever sjølv sagt meir arbeid i forkant av undervisinga. Ein skriv inn spørsmåla, og kan velgja om studentane skal svara med multiple choice eller eit tekstsvar. Etter at quizen er over vert det generert ein rapport med svara til studentane. Dersom forelesar har fyllt inn kva som er riktige svar då han laga quizen, vil retting vera inkludert i rapporten. Quizar kan delast med andre forelesarar som bruker Socrative. Det finst mengder av ferdiglaga quizar på nettet, t.d. på forumet på socrative.com. Mesteparten av desse er riktig nok engelskspråklege, og for lågare undervisingsnivå.

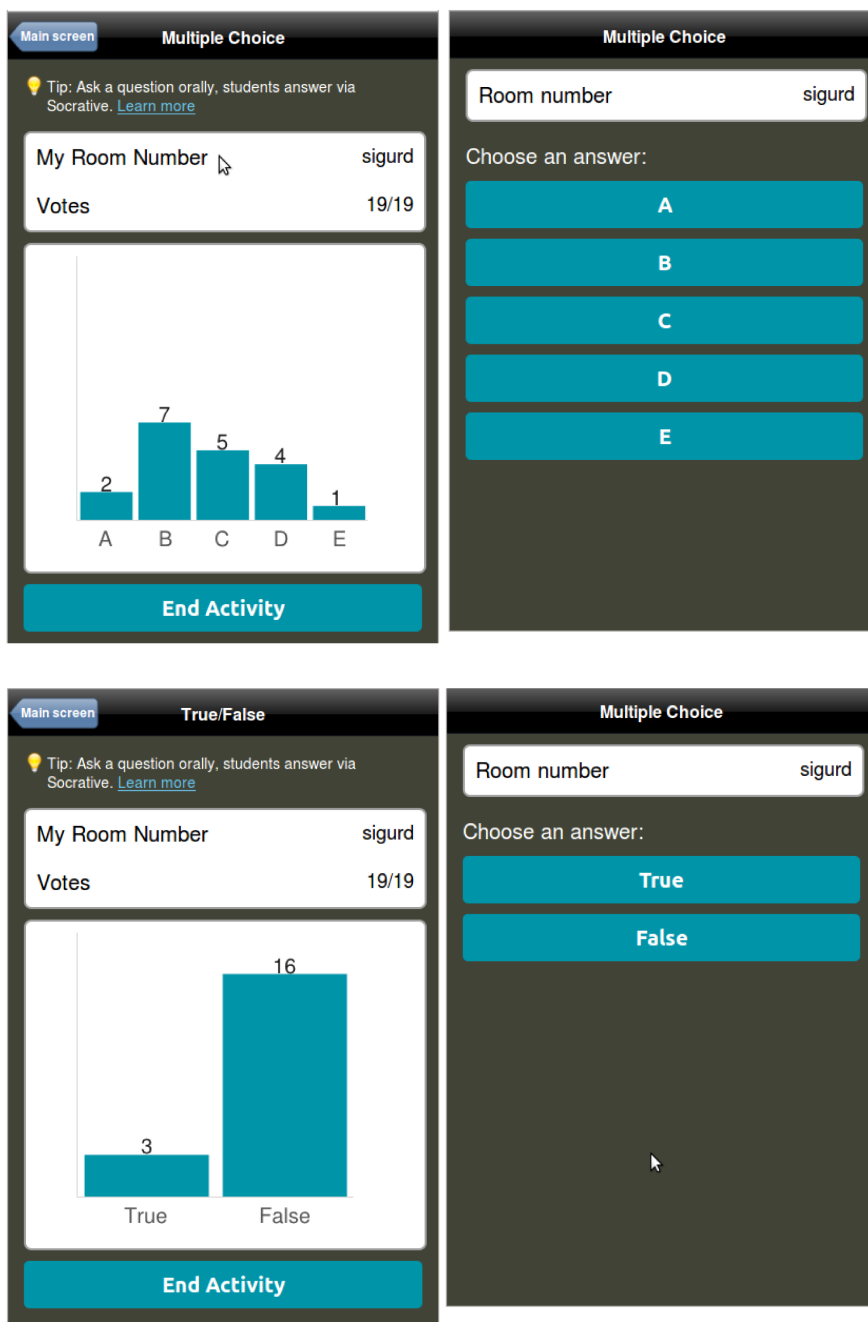


Figure 3: Dersom forelesar trykker på fleirvalsoppgåveknappen (**Multiple Choice**), vil studentane (oppe til høgre) få opp svaralternativ A-E. Forelesaren sitt vindauge (oppe til venstre) vil få opp eit histogram som oppdaterer seg etter som studentane svarer. Tilsvarande, dersom forelesar trykker på **True/False**-knappen, vil studentane (nede til høgre) få opp svaralternativa **True** og **False**. Forelesaren sitt vindauge (nede til venstre) vil også her få opp eit histogram som oppdaterer seg etter som studentane svarer. 6

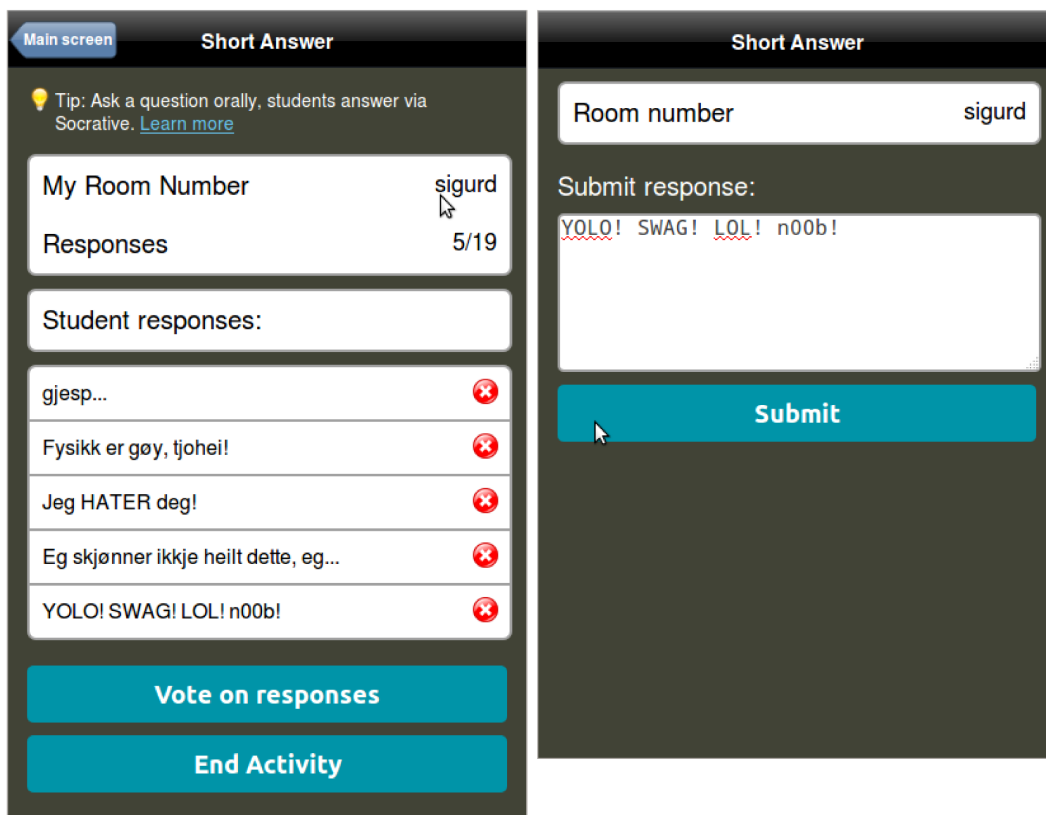


Figure 4: For meir fleksible svar, kan forelesar trykka på **Short Answer**. Då kan studentane (til høgre) skriva inn tekst. Svara vil komma opp på forelesaren sin skjerm (til venstre). Når forelesar avsluttar aktiviteten blir det generert ein rapport med svara, som forelesar kan lasta ned eller få på e-post om han ønsker det.

1.3 Bruk av Socrative i undervisinga

Det tek kanskje forelesar ein halv time å bli middels godt kjent med Socrative, men ein student treng maks fem minutt. Han treng adressa til tenesten (m.socrative.com) og forelesaren sitt "romnummer". Etter det skal studenten berre reagere på utspela til forelesar, noko som er svært intuitivt. Det betyr at lite tid går vekk til forklaring. Alle tilbakemeldingar tyder på at studentane synst det er lett å bruka Socrative. Sjølve "meningsmålingane" med Socrative tek sjølvsagt litt tid, sidan spørsmålet må forklarast, studentane må svara, og resultatet må diskuterast.

Dei to største fordelane med studentresponsystem er at forelesar får

naudsynt tilbakemelding, og at studentane blir aktivisert. Det andre punktet kan forsterkast ved at resultatane av meiningsmålingane vert vist for studentane. Særleg den første gongen ein bruker Socrative kan det vera greit å visa resultatane med ein projektør. Seinare er det kanskje nok å oppsummera resultatane muntleg. I nokre auditorium (Auditorium A, til dømes) blokkerer lerretet alle tavlene. I desse forelesingssalane vil det derfor ikkje vera mogeleg å visa Socrative-resultat medan ein underviser på tavla.

Sjølv om så godt som alle studentar eig enten ein smarttelefon, ein berbar datamaskin eller eit nettbrett, er det ikkje sjølvsagt at dei har desse med seg på forelesing. Det kan derfor vera ein god idé å annonsera på førehand at dei må ha med seg ein av desse på forelesinga dei aktuelle dagane. Når det er sagt er det sjølvsagt ingenting i vegen for at studentar utan denne teknologien svarer på spørsmål på gamlemåten.

Quizar (som inneheld fleire spørsmål) tek lengre tid å svara på, og skaper derfor eit større opphald i forelesinga. Det er heller sjeldan tid til å fordøya resultatane frå quizen på ståande fot for så å la det påverka undervisinga. Dette verktøyet må derfor brukast med varsemd. Ein quiz kan vera ypperleg å bruka til kartleggjing av kunnskapsnivået før ein tek til på eit nytt tema. Viss ein vil ha grundigare tilbakemelding frå studentane er quizen òg eit godt val.

I små, responsive klassar vil det ikkje vera naudsynt med program som Socrative. Direkte spørsmål og svar får jobben gjert mykje raskare. Socrative kjem til sin rett når klassane vert så store at ein ikkje enkelt kan lodda stemninga muntleg. I klassar som i tillegg ikkje er glade i å svara på spørsmål er Socrative eit ypperleg verktøy.

1.4 Konklusjon

Studentresponssystemet Socrative er så enkelt og brukarvennleg at investeringa av tid og krefter for å læra seg systemet raskt kan bli betalt attende i auka undervisingskvalitet. Kor mykje systemet skal brukast må forelesar avgjera sjølv, basert på kor mykje tid som går vekk, og i kva grad studentane held seg vakne i timen.

2 Video

Videodeling er blitt så rutine at studentane etter kvart forventar at forelesarar byrjar med det. Det blir iblant lagt fram ønske om opptak av heile forelesingar. I litt mindre skala kan det dreia seg om deling av videoklipp med vanskelege parti frå forelesinga, eller snuttar med støttematerial. I dette

kapittelet blir det lagt fram nokre praktiske løysingar for å laga og dela slike videoar.

2.1 Opptak av video

Universitetet i Bergen har alt eit opplegg på plass for å filma heile forelesingar. På nåverande tidspunkt (hausten 2013) er det berre dei største auditoria som har montert dei naudsynte kameraa. Ein kan lesa meir om [videonotat](#) på nettsidene til universitetet.

Viss ein vil filma på eiga hand treng ein kamera og stativ. Instituttet bør kjøpa eit kamera som forelesarar kan låna når dei treng det. Til døma som blir skildra her vart eit privat Panasonic Lumix DMC-GH2-kamera brukt. Kamerastativ er kjøpt inn som del av dette prosjektet. For på testa ut videodelinga i praksis, vart litt støttematerial frå PHYS112 (Elektromagnetisme og Optikk) filma, på to ulike måtar. Ein filma at stoffet vart presentert både på tavle og på skriveblokk. Filming av skriveblokka vart gjort ved å setja stativet rett framfor skrivebordet, for så å tilta kameraet så det peika vertikalt ned på bordet. Biletet blei opp-ned, men det vart ordna i redigeringa. For å få skarpt bilete gjennom heile filmen vart auto-fokusfunksjonen skrudd av etter at tavla/blokka kom i fokus. Kameraet var ikkje veldig lyssterkt, så det var viktig å ha mykje lys i rommet for å få gode bilete.

2.2 Redigering

Råfilmen treng vanlegvis litt redigering. Det er gjerne dødtid på starten og slutten som kan kløppast vekk, eller forsnakkingar og feil som bør fjernast frå hovuddelen. Uansett operativsystem finst det gratis og brukarvennlege redigeringsprogram ein kan bruka. I Windows kan ein bruka t.d. *Windows Movie Maker*. For Mac-brukerar finst det bl.a. *iMovie*. I dette prosjektet vart Linux-programmet *Open Shot Video Editor* brukt. Det finst mange brukarrettleiingar på nettet for alle desse programma, og etter 15 minuttar vil ein kunna nok til å gjera enkel redigering. Når filmen er ferdig kløppt må han eksporterast til ei ferdig videofil. Med tanke på seinare deling på nettet viste det seg faktisk at det var ein god idé å eksportera filmen i best mogeleg kvalitet, trass i dei store filene det medfører.

2.3 Deling

Å finna filformat som kan spelast av på alle operativsystem og alle nettlesarar er eit mareritt. Det beste er å overlata det til dei profesjonelle. Youtube har

perfeksjonert videodeling, og fungerer bra òg for deling av undervisningsmaterial med studentar. For å lasta opp filmar på Youtube må ein oppretta ein konto¹. Youtube komprimerer videofila automatisk, og med mindre orginal-fila er i god HD-kvalitet kan det bli litt for dårleg kvalitet på den ferdige videoen.

Dersom ein ikkje er interessert i at kven som helst kan finna den opplasta videoen, (fysikkundervisningsvideoar blir riktig nok sjeldan "virale"), kan ein lasta han opp som "unlisted" i staden for "public". Då er det ikkje mogeleg å søkja seg fram til filmen. Ein må dela lenkja til videoen med dei ein vil skal sjå han.

Det er òg ei smal sak å inkorporera videoen i ei anna nettside ein har kontroll over, til dømes ei personleg heimeside. Under *Share*-kategorien på Youtubesida til filmen kan ein velga "Embed", og det blir generert html-kode som legg til eit videovindaug i ei nettside. Eit døme på dette er vist på folk.uib.no/sas044. Dei to videoane på sida er støttematerialet til PHYS112 som vart filma og redigert som del av dette prosjektet.

2.4 Storskjerm

Dette avsnittet handlar om ein heilt annan type videodeling. I blant utfører ein forsøk i timen, og det kan vera vanskeleg for alle studentane å sjå kva som skjer. Då har ein lyst til å visa forsøket på storskjerm "live", på same måte som på store konsertar. Grunna kompatibilitetsproblem kan det vera vanskeleg å få film direkte frå videokamera over til storskjermen. Portane på kameraet og PCen er gjerne av forskjellig type, og det er ikkje uproblematisk å finna omformarar som fungerer. Webkamera er laga spesielt for direkte overføring, men billige kamera gir svært dårleg videokvalitet. Den beste løysinga som vart testa i dette prosjektet var å bruka eit noko betre webkamera. Eit *LifeCam HD 6000* blei kjøpt inn, og det gav gode resultat i videooverføring til storskjerm. Under testinga vart webkameraet festa i kamerastativet, sidan det gjorde det lett å kontrollera kvar ein filma. Det finst mange måtar å få videoen opp på skjermen, men ikkje alle teknikkar kan brukast på tvers av operativsystem. Ein påliteleg metode er å bruka avspjelingsprogrammet **VLC**. Om ein trykkjer på *Media* → *Open Capture Device* → *Play* kjem videostraumen opp på skjermen.

¹For å oppretta konto på Youtube må ein ha konto på Google+ òg. Dersom dette er uønska kan ein sjå på alternativ som dailymotion.com eller vimeo.com.

Rapport for studietur til CERN, høsten 2013

Hans Heum, Glenn Norheim, Espen Brun, Håkon Sandven, Lars Petter Grønvingh, Morten Øygarden, Simen Hellesund

1. Erfaringer fra ekskursjonen

CERN-eventyret begynte onsdag 6. november kl 08:45. Da var det oppmøte utenfor hovedinngangen. Vi fikk først en introduksjon, holdt av Jens Vigen, bibliotekaren på CERN. Deretter gikk programmet raskt videre til neste foredrag. Dette omhandlet Higgs-mekanismen og supersymmetri, og de fleste fant dette svært givende. Neste foredrag ble holdt av Dieter Roehrich, og introduserte oss til ALICE og tungionefysikk. Etter lunsj besøkte vi ATLAS, og fikk da til og med gå ned å se på selve detektoren, om enn fra et rimelig begrenset perspektiv. Kvelden ble avsluttet med en fysikerkaffe, hvor vi og andre studenter ble oppfordret til å slå av en prat med fysikere tilknyttet CERN.

Dag 2 begynte til samme tid, og første foredrag var av Steinar Stapnes, der han fortalte oss om hvordan partikkelakseleratorer og -detektorer virker, før Lyn Evans fortalte oss om LHC og CERNs planer for fremtiden. Deretter holdt Trygve Buanes første del av sin introduksjon til partikkelfysikk. Etter lunsj turet vi til LHC-kontrollrommet, etterfulgt av ALICE. Dit måtte vi ta buss, og krysset på veien grensen til Frankrike. Flere var enige i at det var enda mer givende å besøke ALICE, da vi fikk i langt større grad betrakte den fra flere synsvinkler enn ATLAS, og de i tillegg hadde den store døren åpen, så vi kunne se innenfor det ytterste skallet. Utvilsomt et av turens høydepunkt.

Siste dagen begynte med del 2 av Trygve Buanes' introduksjon til partikkelfysikk. Deretter var det Heidi Sandaker sin tur, som fortalte oss om astropartikkelfysikk. Etter kaffepausen var det mer partikkelfysikkteori med selveste Jonathan R. Ellis, og flere er enige at dette var det mest fascinerende av alle foredragene, og for nok et høydepunkt å regne. Michael Doser fulgte med en introduksjon til AEGIS og antimaterie. Han lærte oss mye interessant, men ga oss veldig mye informasjon på kort tid. Vi fikk deretter besøke AEGIS, før vi fikk en introduksjon til lineære akseleratorer av Reidar Lunde Lillestol. Til sist besøkte vi LEIR, Linac2 og CLIC. Også dette var på sitt vis givende, men havnet nok litt i skyggen av ALICE og ATLAS. Vi undres om det derfor ville vært fordelaktig å besøke disse litt tidligere på turen.

2. Faglig utbytte i forhold til PHYS115

De to siste ukene før turen ble fokus i PHYS115-forelesningene rettet mot partikkelfysikk, med vekt på elementærpartiklene, et utvalg av deres fysiske egenskaper, samt fundamentalkreftene og deres kraftbærere. Dette ga et godt faglig utgangspunkt før vi dro til CERN, verdens største forskningssenter for nettopp partikkelfysikk.

Opplegget på CERN hadde samme form alle tre dagene, som beskrevet over, og foredragene hadde alle ulike tema og faglig nivå. Vi hadde ikke lært veldig mye om den eksperimentelle partikkelfysikken på forhånd, så de foredragene som omhandlet dette ga oss mye nytt. Det ga også ekstra dimensjon at vi fikk besøke fasilitetene forelesningene omhandlet like etter, og fikk se med egne øyne hvordan forskningsfronten arbeider.

Mens noen av foredragene var nærmest repetisjon av ting vi hadde lært hjemme i Bergen, var andre på høyere faglig nivå enn hva vi var vant med. Foredragene hadde likevel jevnt over høyt utbytte, og vi lærte alltid noe nytt i hver forelesning. Det var nyttig å få litt repetisjon av fagstoffet vi hadde lært før vi dro, særlig fra personer med ulike innfallsvinkler til partikkelfysikken enn vår vante. Foredragene av høyest faglig nivå var bygd opp slik at man alltid forsto litt, og dermed kunne sette kunnskapene sine i perspektiv, og få et sterkere inntrykk av hva som kan vente i en utdanning og karriere innen fysikk etter bachelorgraden.

Alt i alt ga turen til CERN et høyt faglig utbytte i forhold til partikkelfysikkpensumet i PHYS115, og komplementerte forelesningene i Bergen godt.

3. Evaluering av ekskursjonsopplegget

I forhold til PHYS115 hadde tidspunktet av turen og informasjonen på CERN lite å si i forhold til hvor langt vi var kommet i pensum. De fleste som var med på turen hadde tilstrekkelig kunnskap til å henge med på forelesningene slik at tidspunkt i semester kunne vært når som helst. Lengden passet bra, og det er ikke noe å legge til. Tidspunktet av uken passet bra, og ga oss valget mellom å oppleve Genève ved å være der helgen over, eller å dra tidlig hjem.

Informasjonen før avreise var god nok. Alle var informert om opplegget på Cern, og alle hadde tilgang på tilstrekkelig informasjon på nettet, dog det oppstod tilfeller hvor informasjon om neste forelesning eller møtetidspunkt forsvant i havet av stemmer.

Hovedutfordringen med forelesningene var mengden informasjon som ble gitt per tid. Her kunne det blitt delt ut enkle hefter eller ark til å komplementere forelesningene, slik at informasjonen ville vært lettere å følge med på, og repetere i ettertid. Det ville også vært fordelaktig å avsette litt bedre tid til pauser og kaffe mellom foredragene, ettersom det var mer anstrengende enn nødvendig å holde fokus oppe i mange timer av gangen. Generelt bør man i hvert fall ha et kvarter pause etter hver time konsentrert arbeid dersom man vil opprettholde intensiteten. Lettest var effekten av dette å observere fredag ettermiddag, da de fleste fremsto som utslitt, og derfor med sterkt redusert lære- og deltakelsesevne.

4. Generelle idéer for bedre læringsutbytte i PHYS115

Oppgavesettene i PHYS115 har vært utfordrende. Dette er slettes ikke noe minus i seg selv, det er alltid bedre å ha noe å strekke seg etter enn alt for lette oppgaver, men av og til er det vanskelig å vite hvor en skal begynne. Noen ganger står en fast i første deloppgave, og må derfor gi opp å løse hele oppgaven. Derfor foreslår vi å arrangere gruppetimer/kollokvier i faget. En kollokvieleder som kunne hjelpe folk med å løse oppgavene selv, heller enn å lese opp fasiten for dem, hadde nok mange sett nytten av. Plenumsutregningen på torsdagene fungerer bra dersom man har klart å komme seg gjennom alle oppgavene på egenhånd, men læringsutbyttet frafaller i stor grad dersom man har satt seg fast tidlig og ikke kommet seg videre.

Læreboken i faget fremstår som svak, og det hadde kanskje vært bedre å benytte en annen. Det har ikke vært et stort problem å ta i bruk et kompendium i tillegg til boka, men det er alltid enklere å ha hele pensum samlet mellom to permer. I tillegg er forelesningene ofte grundigere enn boken. Dette gjør det vanskelig å repetere stoffet på egenhånd etter forelesning eller i eksamensforberedelsene, dersom man ikke har velskrevne notater tilgjengelig. Dersom det viser seg å ikke være en tilstrekkelig egnet bok for faget, er et mulig alternativ å belage seg helt på kompendier.

Pensumet i PHYS115 er stort, og enkelte tema blir derfor ikke gjennomgått i tilstrekkelig dybde. Dette gjaldt spesielt delene om partikkel- og kjernefysikk. Turen til CERN stjal kanskje litt forelesningstid fra disse emnene, men ga selvsagt vesentlig læringsutbytte hva partikkelfysikk angår. Dersom turen til CERN tar sikte på å være en årlig begivenhet i faget, bør nok dette integreres enda bedre, og tas hensyn til i oppsett av pensum og planlegging av forelesninger, for å sikre maksimalt læringsutbytte i alle deler av pensum.

PHYS115 har også en viss faglig overlapp til PHYS110, og en burde kanskje vurdere om denne repetisjonen virkelig er nødvendig, eller om den stjeler verdifull tid.

PHYS115 har verken obligatoriske innleveringer eller midtsemestereksamen. Dette er noe en burde vurdere å innføre. Å teste kunnskapene underveis i semesteret gjør at en må jobbe med faget hele semesteret, fremfor å nilese like før eksamen. Det kan også være uheldig å la avsluttende eksamen være eneste vurderingsform.

Interaction-based Physics and Technology Education

The Department of Physics and Technology, University of Bergen gives high-quality research-based education in physics and technology continuously aiming to maximize students' practical understanding of physics, and to maximize the societal relevance of students' competences in research, industry and education.

Bjørn Tore Hjertaker
Department of Physics and Technology
bjorn.hjertaker@ift.uib.no



ABSTRACT

Department of Physics and Technology (IFT), University of Bergen gives research-based education in physics and technology by integrating scientific results, pedagogical methodologies and teaching concepts.

This ensures focus on human interaction in the important but challenging situations where theory is to be understood in light of the situations in which it applies.

The combined focus will at the same time increase the relevance of the developed competence.

Challenges

The current challenges of the bachelor programs at IFT requires:

- Stronger interaction between bachelor students and academic staff, master and PhD students and within the bachelor student group.
- Closer connection to industry/society through project work outside the department.
- Better adaption of introductory courses in physics for students in chemistry, biology etc.
- Increased research on university level science education (physics didactics) and more systematic insights in effects of different teaching methods and measures.

IFT is currently addressing increased focus on **interaction-based physics and technology education**, including:

- Recruitment and flying start program
- Interaction in learning
- Relevance of learning program

The innovative aspect

The innovative aspect in our educational vision covers the combined focus on:

- **Human interaction**
- **Theory-experiment interaction**

ACKNOWLEDGEMENTS

The main contributors to this work are:

- Kjartan Olafsson
- Stein Dankert Kolstø
- Kjellmar Oksavik
- Anna Lipniacka
- Hulda Fadnes
- Rune Stadsnes
- Pawel Kosinski

Innovative activities

1.) Recruitment and the Flying Start Program

- Strengthening contacts with science teachers and students, especially at upper secondary school.
- Support initiatives like "Fysikk Show Bergen", and collaborate with important institutions like *VilVite*, the Bergen science centre, and the Centre of Science Education in Bergen.
- Contribute in TeknoVest to promote master degree studies at IFT as a natural next step forward for bachelor students at regional institutions and colleges.
- Flying start program for the new bachelor students (first two weeks in first semester).

2.) Interaction Learning Program

- Enhanced Human Interaction

- By improving interaction between lecturer and student, interaction between students, and related activities outside the lecture room.
- By evaluating and implementing new lecturing techniques and learning technology, including peer instruction, "flipped classroom" web casting, problem-based learning and development of voting technology (e.g. smartphone apps).

- Enhanced Theory/Experiment Interaction

- More laboratory assignments and better integration across bachelor courses.
- Introduction of Technology Assistants (TechAssist), to prepare experimental equipment for demonstrations in lectures.

3.) Relevance of Learning Program

- Enhanced Interaction with External Partners

- Closer cooperation at bachelor level with IFT's many external partners, e.g. CERN, UNIS, CMR, Roxar Emerson, Haukeland University Hospital.
- Project work
- Excursions

- Interaction at University Faculty Level for Enhanced Mutual Course Adaptation

- Mathematics
- Informatics

Conclusions

- Ongoing process at IFT to increase the focus on interaction-based education.
- Preparations for next SFU application.

REFERENCES

The text in this poster is largely based upon the SFI application "Centre of Interaction-based Physics and Technology Education (CIPTED)" submitted to NOKUT in May 2013.

Photo 1 (left): Laboratory work by students in the teacher education program at IFT. Copyright :Stein-Dankert Kolstø

Photo 2 (right): Students following the course AGF345 «Polar Magnetospheric Substorms» on field work at Svalbard. Copyright: Njål Gulbrandsen.