



Fysikk og matematikk

Et integrert lektorprogram med
kvalitet

Bjørn Jensen og Eystein Raude

*SKRIFT-
SERIE
Nr. 21*

2015



Fysikk og matematikk

Et integrert lektorprogram med kvalitet

Bjørn Jensen og Eystein Raude

Skriftserien fra Høgskolen i Buskerud og Vestfold nr 21/2015

© Høgskolen i Buskerud og Vestfold / Bjørn Jensen og Eystein Raude 2015

Skriftserien fra Høgskolen i Buskerud og Vestfold nr 21/2015

Skriftserien kan lastes ned fra <http://bibliotek.hbv.no/skriftserien>

ISSN: 1894-7522 (online)

ISBN: 978-82-7860-274-4 (online)

Omslag: Kommunikasjonsseksjonen, HBV

Bilde: Aleksandar Milosevic

Utgivelser i HBVs skriftserie kan kopieres fritt og videreformidles til andre interesserte uten avgift. Navn på utgiver og forfatter(e) angis korrekt. Det må ikke foretas endringer i verket.

Forord

I dette dokumentet presenteres en modell for lektorutdanning for trinn 8-13 i skolefagene fysikk og matematikk. Bakgrunnen for å utvikle denne modellen er innfasingen av ny lærerutdanning i Norge fra 2017. Regjeringen Solberg fattet beslutningen om dette våren 2014. Arbeidet som blir presentert i dette dokumentet startet opp allerede høsten 2013. Det ble da utarbeidet skisser til masterutdanninger for både trinn 1-7 og trinn 8-13 i grunnopplæringen. Modellen i dette dokumentet er en direkte videreføring av ideene i den aktuelle skissen fra 2013.

Arbeidet med modellen som presenteres her har hatt karakter av "av og på" virksomhet. De undertegnede har arbeidet vekselvis med modelleringsarbeidet og konkret fagdidaktisk utviklingsarbeid med vekt på å integrere programmering i matematikkundervisningen (i HBV's ingeniørutdanning) og bruk av iPad i, og bruk av streaming av, forelesninger. De har også arbeidet intenst med grunnlagsproblemer knyttet hverdagsforestillinger ("misconceptions") i fysikk og matematikk. Denne virksomheten kommer sammen i én syntese i det forliggende arbeidet.

Utviklingsarbeid av den karakteren som presenteres her er en krevende øvelse. Dette skyldes kompleksiteten i prosjektet, som unektelig også reflekterer det høye ambisjonsnivået et slikt lektorprogram skal ha. Stikkord i denne sammenhengen er: fysikkfaget favner bokstavelig talt hele virkeligheten og vesentlige deler av menneskets idé-historie, fagdidaktikk, kognitiv psykologi, programmering med utforskning av tekniske løsninger i konkrete forelesningssituasjoner med høy grad av studentaktivitet, informatikk-didaktikk, bruk av iPad som forelesningsplattform samt broadcast av live forelesninger, for å nevne noe.

Å utvikle en lærerutdanning krever en mangfoldig kompetansebakgrunn. Utviklingsgruppen har en omfattende kompetansebakgrunn fra forskning i teoretisk fysikk, mange års erfaring med undervisning og formidling i naturfag, fysikk og matematikk i grunnopplæringen, lærerutdanninger, vitensenter, ingeniørutdanning og universitet og erfaring med utvikling av digitalt innhold for undervisningsøyemed fra offentlig og privat sektor. Gruppemedlemmene har videre meget omfattende erfaring med utvikling, tilbud og gjennomføring av etterutdanningskurs for lærere, lokalt som nasjonalt, med kortere varighet så vel som utvikling og gjennomføring av års- og Internett-baserte studier.

Utviklingsgruppen ønsker spesielt å takke høgskolelektor Thomas Nordli ved HBV for et meget konstruktivt samarbeid om utprøvingen av python-programmering i deler av matematikkundervisningen ved ingeniørutdanningen ved HBV/Bakkenteigen i de senere årene.

Dette dokumentet er organisert slik: På de neste sidene, og før den konkrete modellen for lektorprogrammet blir presentert, diskuteres en lang rekke aspekter ved fagkomplekset fysikk og matematikk, spørsmål knyttet til læringsperspektiv, forholdet mellom disiplinfag og profesjonsfaget i en lærerutdanning, forholdet til digitale undervisningsteknologier, og programmering i fagene i lektorprogrammet. Deretter presenteres modellen. Videre diskuteres aspekter ved masteroppgaven og forholdet til forskning, samt rekruttering til lektorprogrammet.

Innhold

- Forord
- s.1** Overordnede Faglig-Pedagogiske Ambisjoner og Perspektiv for Lektorprogrammet
- s.2** Krav til Lektorprogrammer
- s.3** Organisasjon
- s.4** Pedagogisk Grunnsyn, Fag, Fagdidaktikk og Praksis
- s.5** Fysikk og Matematikk
- s.5** Fysikkens Idé-Historie som Regissør
- s.5** Teoretisk Fysikk som Matematikdidaktikk
- s.6** Utfordringer i Realfagsundervisningen
- s.8** Examen Philosophicum
- s.9** Den Digitale Dimensjonen
- s.10** Programmering
- s.11** Studiemodellen
- s.14** Masteroppgaven og Forskning
- s.15** Rekruttering til Studiet
- s.15** Avsluttende Ord

Overordnede Faglig-Pedagogiske Ambisjoner og Perspektiv for Lektorprogrammet

Fysikkfaget favner hele virkeligheten. Fysikken er den mest omfangsrike og ambisiøse vitenskapen, uansett fagkrets. I fysikkfaget ligger kodet menneskets største intellektuelle bragd, evnen til å fange virkelighetens mange fenomen og sammenhenger i et lite knippe matematiske uttrykk. Disse har gitt menneskene evnen til ikke bare å beskrive virkeligheten med en langt større presisjon og rekkevidde enn hva dagligspråket tillater. De har også gitt menneskene evnen til i prinsippet å forutsi ethvert fysisk systems bevegelser og kvaliteter i tiden. Fysikkfaget representerer ikke bare menneskets største intellektuelle triumf. Det er også forutsetningen for menneskets totale beherskelse av sitt ubarmhjertige materielle livsgrunnlag. Det er grunnlaget for at man i ingeniørvitenskapene kan manipulere naturens bevegelser ved bevisst design, og skape maskiner og innretninger som underletter menneskenes arbeid, og fri det fra strev og nød. Fysikk er i dag det viktigste faget av dem alle.

Den fysikkfaglige ambisjonen for lektorprogrammet er å tilføre lærerstudenter som ønsker å undervise i den norske grunnopplæringen i trinn 8-13 en innføring i alle delene av fysikken, slik at de har forutsetninger til å forstå ethvert fysisk fenomen og sammenheng. Dette betyr et studieprogram som tilbyr en meget bredt anlagt vei gjennom alle fysikkfagets hoveddeler*.

Når den faglige bredden i studiet er stor, og tiden tilmålt, vil den faglige fordypningen i enkelte emner ikke alltid være den største. Men, det er det heller ikke alltid behov for. Målet for undervisningskunsten rettet mot ungdom er å evne å presentere naturlige sammenhenger på en sannferdig måte; å kunne mane frem bilder i unge sinn, som kanskje ikke alltid fremstiller sammenhengene like stringent som i fysikerens forskningsarbeider, men som allikevel mestrer å overbringe vår kulturs innsikter om virkeligheten. I stedet for presise og kompliserte utregninger vil den gode formidler ofte søke å ta i bruk praktisk arbeid, analogier, illustrasjoner og tegninger, og egne perspektiver og historier som fanger essensen i våre kunnskaper, i et språk som er vår tids.

En nødvendig forutsetning for å kunne utvikle seg til en kyndig lærer, som mestrer kunsten det er å undervise alle på sitt eget nivå, er grundig faglig skoloring. Den gode forfatter som mestrer kunsten å beskrive livet med sine egne ord, har også levd livet. Likeledes har den gode lærer som i kraft av seg selv mestrer kunsten å fremstille sitt fag med overbevisning og kvalitet også studert det. Intet levd liv, ingen roman. Intet studium, ingen egentlig undervisning. Fagstudiene er ingrediensene for studentenes eget arbeid med å uttrykke kunnskapene i egne perspektiver og historier. I kunsten er det imidlertid ikke tilstrekkelig å se en visjon for sitt indre øye, den må også gestaltes. Perspektivene og historiene må komme til uttrykk i verden og i unge sinn. Et overordnet mål er derfor at hver enkelt student i løpet av studiet finner sin egen stemme for å fremstille og uttrykke kunnskapene om virkeligheten til nye generasjoner ungdommer. Fagstudiene må derfor knyttes tett opp til en arena der slike prosesser kan utspille seg. I dette lektorprogrammet kalles denne fagdidaktikk.

I fagdidaktikken må studentene i sin søken etter sin egen stemme hvormed de kan fremstille virkeligheten med like store variasjon som menneskene er mangfoldige også få møte seg selv, og andre; Hva vet *jeg* og *du* om verden? Hvordan fremstiller *jeg* og *du* verden? Hvilke begreper bruker *jeg* og *du* i vår tale om verden? I prosessen med å finne sin stemme må studentene med utgangspunkt i fagkunnskaper gradvis evne å trekke vekk sløret som skiller oss fra fenomenet, og evne å se og tale om det for det det er i kraft av seg selv, og ikke i kraft av oss selv og våre subjektive forestillinger.

* Fra nasjonale føringer (se s.5-6): *Kandidaten kan orientere seg i...eksisterende teorier innenfor fagområdene.* Dette legger opp til nettopp en bredt anlagt vei gjennom fysikken, jfr. i denne sammenhengen også dannelsesoppdraget til grunnopplæringen.

Naturvitenskapen fremstår som autoritær og demokratisk, på samme tid. Kunnskapene som frembringes er definitive. Læren om naturen og universet kan følgelig fremstå som autoritær, men fordi *naturen* er entydig, på sitt forunderlige vis. Naturvitenskapen er "demokratisk". Kunnskapene som frembringes er frembrakt i forbilledlige "demokratiske" prosesser, idet alle i prinsippet kan delta, og enhver stemme i prinsippet kan høres i et plenum. Studiet må bringe studentene opp til det nivået hvor de rike på kunnskaper finner sin stemme også i dette plenumet, av fagfeller. Da har de samtidig fått de aller beste forutsetningene for å i kraft av sin egen stemme formidle sitt fag med egne perspektiver og historier med *overbevisning* og *kvalitet* til kommende generasjoner.

Fysikkens sikre grep om virkeligheten finner sin grunn i gjentakelsene og symmetriene vi finner i verden. Slike har en naturlig matematisk karakter. I den teoretiske fysikken blir disse studert og utforsket. Nye mønstre frembringes også på papiret, og kan senere bli oppdaget i fysikernes laboratorier. Fysikkens historie og matematikkens historie er tett vevet sammen. Eksperimenter og matematiske studier har helt siden naturvitenskapenes gjennombrudd representert gjensidig avhengige aktiviteter som tilsammen utgjør fysikernes verktøykasse, i vår søken etter alt større kunnskaper om verden. I et studieprogram med ambisjon om å tilføre studentene kunnskapene om verden vil studentene også bli introdusert til noen av de fremste matematiske ideene menneskene har frembrakt. Den mest grunnleggende formuleringen av all fysikk, fra den klassiske mekanikken introdusert av I. Newton og J.L. Lagrange og erkjennelsen av en verden drevet frem av differensiallikninger, til J.C. Maxwell's og H. Lorentz beskrivelse av elektromagnetiske fenomen, til den gjennomgeometriserte læren om rom og tid i A. Einstein's generelle relativitetsteori, og til kvantemekanikken og den høyenergiske elementærpartikkelfysikken, har siden E. Nöether's innsikter ved århundreskiftet (1800-1900) funnet sin endelige grunnform bygget av Lie-teori (oppfunnet av den norske matematikeren Marius Sophus Lie) og variasjonsregningen til L. Euler og J.L. Lagrange. Differensiallikninger, Lie-teori, variasjonsregning og differensialgeometri representerer sentrale matematiske strukturer som bidrar til å opprettholde vår verden; de er følgelig naturlige ingredienser i fagstudiene.

Krav til Lektorprogrammet

Lektorprogrammene er underlagt krav som karakteriserer og spesifiserer utdanningene i stor detalj. Skrivene *Forskrift om rammeplanen for lektorutdanningen for trinn 8-13* ("Forskriften"), *Forskrift til endringer i forskrift om rammeplanen for lektorutdanningen 8-13* ("Endringer") og *Felles nasjonale retningslinjer for trinn 8-13* ("Retningslinjene") er underlaget for utviklingsarbeidet som har ledet opp til modellen som presenteres i det foreliggende arbeidet. Utviklingsgruppen har spesielt hatt følgende kriterier fra disse nasjonale føringene som fokuspunkter i utviklingsarbeidet:

Utdanningen skal være rettet mot undervisning på trinn 8-13...Lærerutdanninger skal være profesjonsrettede og integrerte, praksisnære og relevante, forskningsbaserte og utviklingsorienterte, krevende og ha høy kvalitet...Enkeltelementer i utdanningen må sees i sammenheng og samlet utgjøre en helhet...Teoretisk kunnskap skal integreres med praktiske oppgaver i skolehverdagen...Fag, fag-/yrkesdidaktikk, pedagogikk og praksis skal knyttes tett sammen. Dette skal bidra til et helhetlig syn på lærerprofesjonen... Lektorutdanningen skal kvalifisere kandidatene til å videreutvikle skolen som en institusjon for læring og dannelse.

Organisasjon

Godt produktdesign er karakterisert av flere forhold; én er at produktet har en klar funksjon, én annen er at alle produktets deler og komponenter støtter opp om produktets funksjon. Punktene ovenfor fra de nasjonale føringene forteller oss *hvordan* sentrale deler og komponenter i en lektorutdanning skal sammenføres til et helhetlig produkt med høy kvalitet. Utviklingsgruppen innser etter mange års arbeid i undervisningssektoren at det å frembringe et godt undervisningsprodukt med høy kvalitet i sektoren er krevende, og "sjelden vare". Mange sammenlikner spesielt høyere utdanning generelt (i hele verden) med tomme påskeegg; flotte å se på fra utsiden, men det er lite "undervisningsinstitusjon" på innsiden. Høyere utdanningsinstitusjoner har i regelen en overraskende manglende indre undervisningsstruktur og kultur. De er gjerne satt opp med ansamlinger av forelesere som ofte tilsynelatende bare har det til felles at de alle klager over mangelen på parkeringsplasser[†]. Studieprogrammer er gjerne konstruert som lappetepper av fag med svak indre sammenheng og logikk; fagene støtter følgelig ofte ikke optimalt opp om utdanningsprogrammets intenderte funksjoner. Årsaken er dels at det ofte synes å være svak eller helt fraværende kommunikasjon mellom forelesere om den enkeltes undervisning, og få om noen egentlige institusjonelle strukturer som bevirker tettere samvirke på dette nivået. Hvorfor er denne praksisen og mangelen på organisasjon viktig å ta hensyn til når man konstruerer et studieprogram? *Fordi kommunikasjonen og samhandlingen mellom foreleserne er limet som aktivt føyer alle delene og komponentene i et studieprogram sammen til et helhetlig og velfungerende produkt.* Oppmerksomheten om dette punktet er blitt viet stadig større oppmerksomhet internasjonalt fordi det viser seg (ikke overraskende) at hvordan sammenføyningen av de ulike delene og komponentene i et program er utført er avgjørende for studentenes læringsutbytte. *Enkeltelementer i utdanningen må sees i sammenheng og samlet utgjøre en helhet* (jfr. Retningslinjene) har følgelig blitt viet særlig oppmerksomhet i utviklingsgruppens arbeid.

Begrepet *helhet* i retningslinjene peker blant annet på "integrasjon"; studieprogrammets ulike deler skal være integrerte i den betydningen at de er gjensidig tilpassede for å oppnå den tilsiktede funksjonen, å utdanne lærere. I en lektorutdanning i fysikk og matematikk må de tre fagene fysikk, matematikk og profesjonsfaget etter retningslinjene minst utgjøre tre søyler studentene må forholde seg til i løpet av studiet. I den foreliggende modellen er det etterstrebet at fysikk, matematikk og fagdidaktikk i stedet for frittstående søyler heller blir å oppfatte som tre *fasetter* ved *ett* "objekt". Liksom et mineral med fasetter som kan bryte lyset på ulikt vis når det roteres ulike vinkler har utviklingsgruppen søkt å la fysikkfaget komme til uttrykk på ulikt vis i de tre fagene. Utviklingsgruppen ser med andre ord på fysikk, matematikk, og fagdidaktikk som å uttrykke fysikkfaget på ulikt vis.

Tenkningen om de tre fagene som fasetter ved det samme åpner på organisasjonsnivået opp for en mer organisert undervisningskultur hvor alle forelesere bidrar i flere sammenhenger i studiet. Mer konkret forutsetter modellen som presenteres at foreleserne som underviser i et gitt semester av studiets forløp samarbeider om i prinsippet alle fagene som tilbys. Siden "alt" i bunn og grunn er fysikk kreves det med andre ord at den gode fysiker i studieprogrammet ideelt også kan undervise alle delene av studieprogrammet. En foreleser er forventet å kunne forelese (for eksempel) mekanikk like kompetent som den matematikken som anvendes, den tilknyttede fagdidaktikken likeså, siden denne til en stor grad skal benyttes av foreleser selv i sin pedagogiske gjerning. Fraværet av et slikt krav om "universalitet" til programdeltagerne vil ventelig føre til at en eventuell implementering av studieprogrammet blir nok et "påskeegg" hvor hver foreleser gjør "sin greie" uten egentlig ansvar for, eller eierskap til programmet. Følelsen av eierskap til programgjennomføringen er nødvendig for å få hver enkelt programdeltager til å ta ansvar for å lime sine særlige deler

[†] Interessante perspektiver som dette er diskutert mange steder, for eksempel i *The Fundamental Way That Universities Are an Illusion*, New York Times, 23.-juli, 2015.

og komponenter til de andre delene og komponentene som utgjør studieprogrammet, med kvalitet. Denne universaliteten representerer samtidig et krav til en art *dannelse* i faget hos de deltagende foreleserne. Universalitet er også et uttrykk for den ønskede profilen til en lektor i fysikk og matematikk i grunnopplæringen; de deltagende foreleserne må gå foran som gode eksempler på studieprogrammets "produkter", nemlig som den gode lektoren i fysikk og matematikk. En forventning og krav om universalitet vil følgelig også bidra til å profesjonsrette studiet. Det understrekes i denne sammenhengen at skolen skal være en institusjon for både læring *og* dannelse.

En naturlig konsekvens av "foreleser i team"-tenkningen er at i tillegg til å evaluere enkeltprestasjoner på enkeltfagnivå i studieprogrammet evalueres også team av forelesere på års-trinn. Man kan videre tenke at teamene som hovedidé (med naturlige begrensninger, selvsagt) beveger seg fremover i studiet sammen med kullene. På det viset sikres ikke bare at alle må forelese ulikt fra år til år og slik bidra til at man ser mindre av å "vende bunken" som forelesningspraksis, men også at overgangen fra et semester og til det neste kan bli mer konsistent rent kvalitetsmessig.

Pedagogisk Grunnsyn, Fag, Fagdidaktikk og Praksis

Det pedagogiske grunnsynet i studiet er konstruktivismen ("bygg undervisningen din på det folk kan fra før"). En forutsetning for å kunne implementere dette perspektivet er at lærer/foreleser kartlegger hva "folk" kan, men også at lærer/foreleser kjenner til hva "folk" *mener* seg å vite/kunne, men som er "feil" (såkalte hverdagsforestillinger, "misconceptions"). Det viser seg i fysikk at det synes som om det eksisterer mønstre av slike feilaktige hverdagsforestillinger. Dette har vært et stort forskningsfelt innen fysikkdidaktikken i mange år, et felt som også utviklingsgruppen har engasjert seg i de senere årene. Et interessant aspekt ved disse forestillingene er at de til en stor grad følger fysikkfagets idé-historie. Eksempelvis bærer mange barn/unge/voksne med seg forestillinger om bevegelse (kinematikk og dynamikk) som er identiske med forestillingene til de gamle grekerne. Summen av riktige og feilaktige forestillinger om verden utgjør samlet et individs "kosmologi". All undervisning, inkludert den i lektorprogrammet, må søke å "re-designe" deler av disse private kosmologiene, i tillegg til å tilføre ny kunnskap, selvsagt.

Hverdagsforestillingene og nødvendigheten av at alle lærere/forelesere kan mye om slike benyttes som et faglig og praktisk organisatorisk grep for studiet. Fagenes idé-historier er naturlige deler av kunnskapen til enhver fagperson (fysiker/foreleser/lærer). Dette gjør at også "harde" realister enkelt kan forholde seg til denne delen av fagdidaktikken med interesse, og relativt hurtig kunne tilegne seg kunnskaper i feltet. Vi forutsetter at foreleserne samtidig med forelesningene i de enkelte fag-ene også foreleser/arbeider med hverdagsforestillinger/idé-historie i studiets didaktikkdel. Dermed får vi til synergier på flere områder: å ta tak i hverdagsforestillingene til studentene er grunnleggende nødvendig for et økt læringsutbytte hos studentene i studiets egne fagemner, studentene får samtidig innsikt i typiske private kosmologier som eksisterer i befolkning noe som vil være av stor betydning i deres videre profesjonelle liv som formidlere, og ikke minst, studiet blir enklere å styre inn mot felles pedagogiske mål og høyere undervisningskvalitet. Legg merke til at praksis i skolen løper gjennom hele studiet. Denne er tenkt synkronisert med didaktikkundervisningen slik at studentene hurtig kommer i kontakt med konkrete 'real life' utfordringer de møter i undervisningen.

Fysikk og Matematikk

Fysikken er tradisjonelt delt i to deler. Den eksperimentelle fysikken (som gjør fysikkfaget til en naturvitenskap) og den teoretisk fysikken (som er den matematiske beskrivelsen av den fysiske virkeligheten, i stor grad forstått som resultatene fra den eksperimentelle fysikken. Teoretisk fysikk representerer en direkte videreføring av den tidligere dominerende naturfilosofien). Tidligere (og til dels også i våre dager) ble matematikk ofte utviklet som en del av utviklingen av den matematiske naturbeskrivelsen; matematikkens historie og resultater er til en stor del den teoretiske fysikkens idé-historie og resultater. Det interessante er dermed at ved å pålegge et idé-historisk perspektiv på store deler av studiet finner vi ikke bare nøkkelen til å integrere fagstudier med fagdidaktikk, men også nøkkelen til å integrere undervisningen i fysikk og matematikk; matematiske begreper og strukturer introduseres og undervises i lektorprogrammet kun i den grad de anvendes i naturbeskrivelsen. Et hyppig stilt spørsmål fra studentene i kurs i matematikk som "Hva skal vi med dette, da?" blir besvart ut i fra måten undervisningen er lagt opp på i studiet.

Fysikkens Idé-Historie som Regissør

Fagplanene i studiet er organisert slik at emner merket "fysikk" og "matematikk" er stramt synkronisert med henblikk på å benytte det organisatoriske potensialet som ligger i å benytte fysikkens idé-historier som "regissør". Dette tegner et studium hvor nær alle emnene i hvert semester er tett integrerte, så integrerte at det meste kunne blitt omtalt som fysikk i fagplanene; som fasetter ved det samme objektet. Det er imidlertid hensiktsmessig å gi fagporteføljen en mer tradisjonell innpakning og oppdeling for å underlette innsalg av studiet, og for bestemmelse av mer prosaiske detaljer som arbeidsplaner. Legg merke til at blokker med "Fysikk" vil inneholde både en eksperimentell del og en teoretisk del (matematikk). Dette betyr at faktiske studiepoeng i hva "folk flest" vil omtale som matematikk vil være langt høyere enn hva den grafiske representasjonen av programmet indikerer. Studiet kan derfor lett "selges" som et studium rettet mot de som er mest interessert i matematikkundervisning. *Studiets oppbygging representerer med andre ord et originalt stykke matematikdidaktikk.*

Teoretisk Fysikk som Matematikdidaktikk

Historier om utfordringene mange elever møter i matematikkfaget i skolen finnes ofte som nyhetsoppslag av det mindre heldige slaget i mediene. Ser man på matematikkfagets historiske utvikling i norsk skole ser vi at det også fremst oppfattes som et teoretisk fag, ofte med sterke islett av den moderne matematikkens aksiomatiske tilnærming til faget. Virkeligheten trer inn i skolefaget fremst som eksempler. Matematikkens grunnlag fremstilles ofte som et sett aksiomer, slikt definert for å ha færrest tilknytninger til verden, dette for blant annet å oppnå størst mulig logisk klarhet og stringens. Dette ble satt på sin spiss i læreplaner for grunnskolen på tidlig 1970-tallet hvor Norge, i likhet med nærmest hele resten av verden (med unntak av Nederland), på naivt vis forsøkte på meget bred basis å innføre den aksiomatisk-deduktive tilnærmingen til matematikk i den offentlige skolen. Det synes rimelig klart at det eksisterer en kausal sammenheng mellom den aksiomatisk-deduktive tilnærmingen til matematikk, som stadig er utbredt i skolen, og flere av nyhetsoppslagene om skolefaget.

Den aksiomatisk-deduktive tilnærmingen til matematikk representerer imidlertid bare én måte å forholde seg til matematikken på, spesielt forstått som et skolefag. Filosofisk kan matematikk også hevdes å representere en samling tautologier uten egentlig prediksjonskraft. En tredje vei å forstå matematikk som menneskelig virksomhet, og

derigjennom en mulighet til å få grep om matematikk i den allmenne undervisningen, kalles gjerne en realistisk matematikkfilosofi; matematikk som vitenskapen om mengder og strukturer (som finnes i den fysiske verden)[‡]. Denne oppfatningen av matematikk som skolefag er dominerende i det Nederlandske skolesystemet. På bakgrunn av de foregående kapitlene i dette skriftet er det klart at måten matematikk blir behandlet på i studieprogrammet kan sees på som en konkret realisering av denne filosofiske retningen om matematikkens vesen og innhold. Studieprogrammets vektlegging av matematikk som teoretisk fysikk svarer således på matematikdidaktikkens generelle "Hva?", "Hvorfor?" og "Hvordan?" innen rammen av dette realistisk filosofiske rammeverket. Når den aksiomatisk-deduktive innfallsvinkelen baserer seg på introduksjon av *nye begreper* hvorfra man *deduserer* matematiske sannheter, velger den realistiske veien å ta utgangspunkt i den *kjente* fysiske verden, og ved hjelp av *induksjon* nå de samme sammenhengene. Det er underlig at denne innfallsvinkelen til matematikk som skolefag ikke tidligere er blitt benyttet systematisk i noen kjente konkrete sammenhenger i norske lærerutdanninger på fag- eller programnivå, ei heller på nasjonalt nivå i form av nasjonale læreplaner til tross for den sterke stillingen konstruktivismen har hatt (og har) i norsk skole.

Utfordringer i Realfagsundervisningen

Fysikk er en naturvitenskapelig disiplin. Dette betyr at faget i sin kjerne bygger på data hentet fra omhyggelig utførte eksperimenter. Fysikk representerer med andre ord dels en praktisk tilnærming til å innhente data og informasjon om verden. Studiemodellen legger opp til at studentene får et helhetlig perspektiv på fysikk hvor både det praktiske utgangspunktet for *kjensgjerninger* og de påfølgende teoretiske betraktningene blir behandlet. Det legges vekt på at studentene arbeider praktisk med fysikk og matematikk i studieprogrammets ulike fag, men særlig i programmets didaktikkfag. Studiemodellen legger særlig vekt på å gi studentene svært gode forutsetninger for faktisk å kunne undervise de relevante sentrale delene av sin fagportefølje (forstått som kompetansemålene i de aktuelle fagplanene for grunnopplæringen) på en effektiv måte. Dette betyr også evne til å kunne iverksette praktiske faglige aktiviteter for elever. I studiemodellen arbeider for eksempel studentene i sitt andre semester med blant annet mekanikk, celest mekanikk (planetbaner, kalendere), optikk og relevant matematikk. Sammen med studier av, og erfaringer med hverdagsforestillinger og begrepshierarki ("concept inventories") i fagene, arbeider også studentene med å bygge sine egne speilteleskop av samme type som Isaac Newton oppfant og konstruerte på 1600-tallet. Disse teleskopene er videre tenkt som artefakter som vil bli tatt i bruk i enkelte av studiets senere fag og i praksissammenhenger. Dette er et eksempel på hvordan fysikk og matematikk også kan undervises i skolen, som en integrert helhet hvor sentrale kompetansemål går opp i en større helhet, med praktiske konsekvenser.

Fysikk representerer i dag på mange måter det sentrale realfaget. Om det ikke kan sies å være "alle realfags mor" så representerer det i dag alle realfags sentrum. Utforskningen av naturen, og utviklingen av teknikk og teknologi, startet historisk på mange og tilsynelatende helt urelaterte kanter. Nærmest som å avdekke fragmenter av virkeligheten fant enkeltindivider stadig nye og uventede fenomener i virkeligheten etter hvert som menneskets historie utviklet seg. Man fant også matematiske sammenhenger i og mellom de ulike fragmentene. Mennesket evnet over tid å forstå det enorme mangfoldet som virkeligheten tilbyr ved stadig færre teoretiske størrelser og matematiske konstruksjoner.

I dag er vi i den heldige situasjonen at praktisk talt ethvert fysisk fenomen i prinsippet kan beskrives ved hjelp av et relativt lite sett av matematiske strukturer. Sammenliknet med

[‡] *Huygens and Barrow, Newton and Hooke – Pioneers in mathematical analysis and catastrophe theory from evolvents to quasicrystals*, V.I. Arnol'd, Birkhauser Verlag (1990), *An Aristotelian Realist Philosophy of Mathematics*, J. Franklin, Palgrave Macmillan (2014).

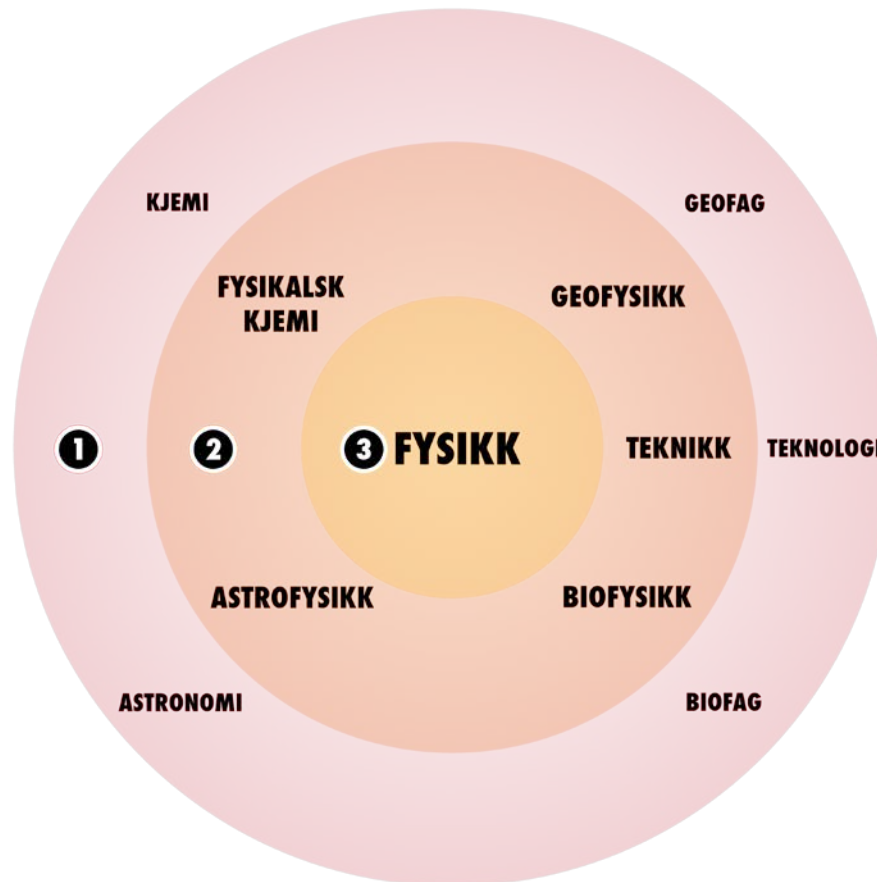
tidligere tider representerer dette en dramatisk forenkling i menneskets syn på verden og dens utallige fremtoninger og former som ikke kan overvurderes når vi tar menneskets i dag enorme tekniske evner inn i betraktningen. Uten denne utviklingen i fysikk ville vi i dag ikke vært i nærheten av vår tekniske evne. Det var ikke uten grunn at statsråd Kristin Clemet i sin tid omtalte fysikk og matematikk som de to viktigste fagene, og at det var maktpåliggende at fleste mulig elever velger disse fagene i den videregående skolen.

I de seneste 40 årene har fysikkmiljøet arbeidet iherdig med matematiske formuleringer som kan redusere også det gjeldene settet med teori til én matematisk struktur. Slike konstruksjoner vil med andre ord i prinsippet romme alle menneskets kunnskaper om universet. Den store partikkel- akseleratoren LHC (Large Hadron Collider) ved CERN (Sveits) vil om relativt kort tid avsløre hvorvidt en sentral ingrediens i slike konstruksjoner kalt supersymmetri (SUSY) eksisterer. Om SUSY viser seg å eksistere kan mennesket øyne avslutningen på en reise i naturfilosofien som startet med Aristoteles om lag 300 år f.Kr.

Det interessante med fysikkens historie i læreplansammenheng er at den kan benyttes som et taksonomisk grep i forhold til det å gjøre den konkrete undervisningen i fysikk mer praktisk rettet for elever. Dette grepet er illustrert i grafikken på neste side. Arbeid med et emne i fysikk kan naturlig starte et "annet sted", for eksempel i et biologi-orientert emne, hvorpå man etter hvert som emnet studeres beveger seg over i biofysikken og til slutt over i den rene fysikken. På veien vil elevene få med seg argumenter fra det "praktiske livet", som gir svar på "hvorfor?" spørsmål i den faglige sammenhengen, samtidig som de gis et unikt bilde av plasseringen av dagens fysikk som sentrum i et komplisert nett av ulike spesialiserte virksomhetsområder. En slik taksonomisk struktur speiler fysikkfagets idé-historie på spesielt slående vis. Den er søkt integrert i studiemodellens ulike fagenheter generelt og didaktikkfagene spesielt. Slike grep om fysikkundervisning gir også en nøkkel for systematisk å også operasjonalisere undervisningen i matematikk. Den taksonomiske strukturen er forsøkt gjengitt i grafikken på neste side (hentet fra skissen til masterutdanning i naturfag og matematikk for trinn 1-7).

NATURVITENSKAPENS ANATOMI

STRUKTUR FOR NATURVITENSKAPELIGE DISIPLINFAG



Figurforklaring Figuren illustrerer sammenhenger mellom ulike tradisjonelle naturvitenskapelige disipliner (sirkel 1) og fysikkfaget (sirkel 3). Geo-fagene i sirkel 3 har blitt gitt en dyp rasjonell forankring til fysikkens mest grunnleggende begreper og forståelsesstrukturer via faget geofysikk i sirkel 2. På liknende vis gjelder dette biofagene, astronomi, kjemi og de teknologiske fagene. Figuren illustrerer samtidig ulike progresjonsmodeller for hvordan fysikkens taksonomier kan bygges i skolen. Dette kan gjøres ved å ta utgangspunkt i de mest taktile og for barn mest virkelighetsnære fagkretsene i sirkel 3 for så etterhvert som de kognitive og motoriske evnene øker å bevege seg over i fagene i sirkel 2. Når barnet har nådd tilstrekkelig høyt modningsnivå kan det eksponeres for et mer moderne og fullstendig bilde av virkeligheten i sirkel 3.

Examen Philosophicum

Fysikken rommer mange av menneskets største oppdagelser og tanker om universet. Studiemodellen benytter fysikkens idé-historie til å fastsette den faglige "regien" i studieprogrammet. For å kunne verdsette og forstå betydningen av fysikk og matematikk, og kunne plassere dem riktig inn i de vesterlandske kulturenes historier må man ha en viss minimum innsikt i det vestlige menneskets filosofi-historie. På denne bakgrunn er det nødvendig at studentene får et første møte med filosofi og filosofi-historie allerede i det første semesteret av studieprogrammet i form av det tradisjonelle examen philosophicum.

Den Digitale Dimensjonen

Vår tid karakteriseres av en gjennomgripende digitalisering av alle sektorer i samfunnet. Undervisningssektoren er intet unntak. Her regnes digitaliseringen som å være av like stor betydning som oppfinnelsen av boktrykkerkunsten, og innføring av allmenn grunnopplæring[§]. Denne samfunnsutviklingen er tenkt å komme sterkt til uttrykk i lektorprogrammet på flere vis. Dette vil bidra til at studiet fremstår som å være integrert med vår egen tid.

Vår tids digitale dimensjon er tenkt å komme til uttrykk i studiet på flere nivå; som at alle forelesninger og aktiviteter blir kringkastet på Internett i sanntid, at alle forelesninger baserer seg på iPad som grunnleggende teknologiplattform, at digital kommunikasjon av fysikk og matematikk blir vektlagt (både som tekst, symbol, bilde, video og grafikk), og at de fleste fag benytter python-programmering som både læringsaktivitet og som realisering av fysikkens virtuelle dimensjon (se nedenfor). Studieprogrammet er tenkt gjennomført ved å søke å maksimalt utnytte mulighetene som allerede ligger i den digitale dimensjonen, men også ved å søke å bygge en programsentrert digital kultur som naturlig forholder seg til nye teknologier, og som har evnen til hurtig å integrere disse i studieprogrammet slik at moderne undervisningsteknologier gis en dyp integrasjon i programmet over tid.

Utviklingsgruppen har gjennom utprøving i flere fag over flere år ved HBV (og dels ved *Teknologiverkstedet* ved det gamle HiVe/LU) demonstrert at de aller fleste av elementene ovenfor fungerer meget godt, så vidt godt at studentene på både bachelor- og masterstudier etterlyser samme teknologi-regime i "alle" fag ved høyskolen. Kravene til teknologiene og de tekniske løsningene har fremst vært at de skal **(1)** være så enkle at alle, uansett teknisk kompetanse, kan ta denne i bruk uten nevneverdig veiledning, og at de **(2)** skal kunne benyttes overalt hvor Internett-tilgang er mulig (enten via WiFi eller kabel) og videoprojektor er tilgjengelig. Gruppen besitter per i dag sannsynligvis en nasjonal ledende digital kompetanse om bruk av visse digitale plattformer i høyere opplæring og hvordan slike kan benyttes med stort hell, både som teknisk infrastruktur i forelesninger og som teknisk rammeverk om studier, så vell som om hvordan de kan benyttes med mål om å øke studentenes læringsutbytte. Denne kompetansen faller naturlig inn under begrepet *generell didaktikk (generell undervisningslære)*.

Utviklingsgruppen understreker at betydningen av å være teknologisk "current" ikke kan undervurderes. Den peker samtidig på at digitale undervisningsteknologier ikke bare åpner opp for ulike nye læreprosesser på campus, men også for utstrakt fjernundervisning. Geografiske avstander i undervisningssammenhenger hører i stadig større grad fortiden til. Potensialet i digitale undervisningsteknologier er tenkt utnyttet for å nå individer som tidligere ikke kunne følge et studieprogram ved HBV på grunn av geografiske utfordringer. Teknologiene innebærer derfor en demokratisering av muligheten til utdanning. Denne siden ved vår digitale hverdag må derfor understøttes og utnyttes.

[§] *Humboldt gegen Orwell*, Die Zeit, 24.-september, 2015, s.75.

Programmering

Fysikk og matematikk har lenge forholdt seg til elektroniske regnemaskiner i måleprosesser i laboratorier, til utregninger og til visualisering av resultater fra målinger og utregninger. Sentralt her er evnen til å *programmere* elektroniske maskiner. I de senere årene har virtuell fysikk (computational physics) utviklet seg til en alt mer selvstendig gren av fysikken. Den håndterer spesielt de delene av vår virkelighet som er vanskelig eller umulig å underlegge tradisjonelle eksperimentelle metoder eller tradisjonelle beregninger.

Programmering som læringsaktivitet i matematiske sammenhenger har lenge vært et anerkjent pedagogisk grep. Utviklingsgruppen har testet dette over lenger tid ved HBV med meget godt resultat (avdekket gjennom evalueringer og dybdeintervjuer av studenter). Den har også arbeidet med visse didaktiske forhold når programmering møter matematikk (i HBV/TekMars grunnkurs i matematikk) i tillegg til tekniske og menneskelige utfordringer knyttet til det å programmere sammen med opp til 180 studenter. Dette innebærer både utforskning av forelesningens form og innhold (generell didaktikk) så vel som rent informatikk-didaktiske spørsmål som hvordan man introduserer programmering generelt, og visse programmeringstekniske begreper spesielt, for en meget bredt sammensatt studentgruppe. Flinke studenter synes å bli flinkere i matematikk med programmering; svake studenter "sliter" også når programmering er del av undervisningen i matematikk. I opptaksgrunnlaget for lektorprogrammene ligger et krav om gjennomsnittskarakter i matematikk på minst 4. Studenter på dette nivået antas å kunne dra nytte av programmering i undervisningen.

Utviklingsgruppen valgte tidlig programmeringsspråket python som det naturlige språket i et studieprogram med de aktuelle målsettingene. Dette skyltes ikke bare egne positive erfaringer med språket. Python er et meget slagkraftig gratis objekt-orientert høynivå-språk som kan lastes ned fra Internett, eller brukes via cloud-computing via allment tilgjengelige plattformer, som for eksempel SAGEMATH. Det seiler i våre dager også opp som en favoritt innen scientific computing. Programkoden fremstår som spesielt lesbar. Samlet gir dette python en kraft og tilgjengelighet som få andre (om noen) språk kan tilby i dag. Gruppen har eksperimentert med flere gratis nedlastbare utviklingsplattformer for python i tillegg til SAGEMATH, og har klart falt ned på SAGEMATH som den generelt prefererte programmeringsplattformen. I tillegg tilbyr iPad-plattformen app'er som inneholder profesjonelle utviklingsverktøy for programvareutvikling i python. Slike benyttes av gruppen i tandem med SAGEMATH i medlemmenes undervisning.

Programmering er selvsagt naturlig i forbindelse med studier av numeriske metoder og når resultater skal visualiseres. Programmering er også aktuelt som del av måleteknikk og eksperimentelle metoder i studieprogrammet. Her tenker utviklingsgruppen at mikromaskinen Raspberry Pi vil være ideelt utstyr; svært lav kostpris, lett tilgang til maskinvaren og programmerbar i python.

Python er så vidt lett tilgjengelig at det uten problemer også kan benyttes i skolen. Utviklingsgruppen peker på at programmering helt ned på de laveste nivåene i skolen også er mulig ved bruk av spesielt utviklet utstyr, som for eksempel Legos RoboLab. Utviklingsgruppen har omfattende erfaring med undervisning av lærere i grunnskolen i programmering ved hjelp av RoboLab.

Studiemodellen

	MASTEROPPGAVE-30 sp.				
ÅR 5	MASTEROPPGAVE-30 sp.			PRAKSIS	
	FYS8-10 sp.	MAT7-10 sp.	FYS9-10 sp.		DID2-15 sp.
ÅR 4	FYS7-10 sp.		DID3-10 sp.		
	FYS6-10 sp.	MAT5-10 sp.	MAT6-10 sp.		PED2-15 sp.
ÅR 3	FORDYPNING-10 sp.				
	FYS4-10 sp.	MAT4-10 sp.	FYS5-10 sp.		DID1-15 sp.
ÅR 2	FYS2-10 sp.		FYS3-10 sp.		
	FYS1-10 sp.	MAT2-5 sp.	MAT3-10 sp.		
ÅR 1	EX.-PHIL-7,5 sp.	MAT1-7,5 sp.	PED1-15 sp.		

Studiemodellen er fremstilt i figuren ovenfor. Fysikk er markert i grønt, matematikk i oransje, fagdidaktikk i fiolett. Examen philosophicum og pedagogikk er markert i rød-toner, praksis i "blått". Planene for fysikk, matematikk og didaktikk, med mer spesifikt innhold i de ulike fagene, er oppgitt (dog skjematisk) på de to neste sidene (mer detaljerte fagoversikter finnes i et separat dokument).

ÅR 5				
ÅR 4	FYS8-10 sp.		FYS9-10 sp.	
ÅR 3	FYS7-10 sp.			
ÅR 2	FYS6-10 sp.			
ÅR 1	FORDYPNING-10 sp.			
	FYS4-10 sp.		FYS5-10 sp.	
	FYS2-10 sp.		FYS3-10 sp.	
	FYS1-10 sp.			

FYSIKK

FYS9 PERSPEKTIVER I FYSIKK: SUSY, KALUZA-KLEIN.....

FYS8 ELEMENTÆRPARTIKLER OG KVANTEFELT (QED,QCD)

FYS7 GRAVITASJONSTEORI OG KOSMOLOGI

FYS6 ANALYTISK MEKANIKK OG KLASSISK FELTTEORI

FORDYPNINGSOPPGAVE

FRITT VALGT TEMA I FYS/MAT

FYS5 KVANTEMEKANIKK

FYS4 KVANTEFYSIKK

FYS3 ELEKTRODYNAMIKK

FYS2 MEKANIKK, TERMOFYSIKK

FYS1 MEKANIKK, GEOMETRISK OPTIKK

ÅR 5				
ÅR 4		MAT7-10 sp.		
ÅR 3		MAT5-10 sp.	MAT6-10 sp.	
ÅR 2		MAT4-10 sp.		
ÅR 1		MAT2-5 sp.	MAT3-10 sp.	
		MAT1-7,5 sp.		

MATEMATIKK

MAT7 LIE-TEORI, ABSTRakte LIE-GRUPPER, REPRESENTASJONSTEORI, YANG-MILLS-TEORI

MAT6 KOMPLEKS ANALYSE

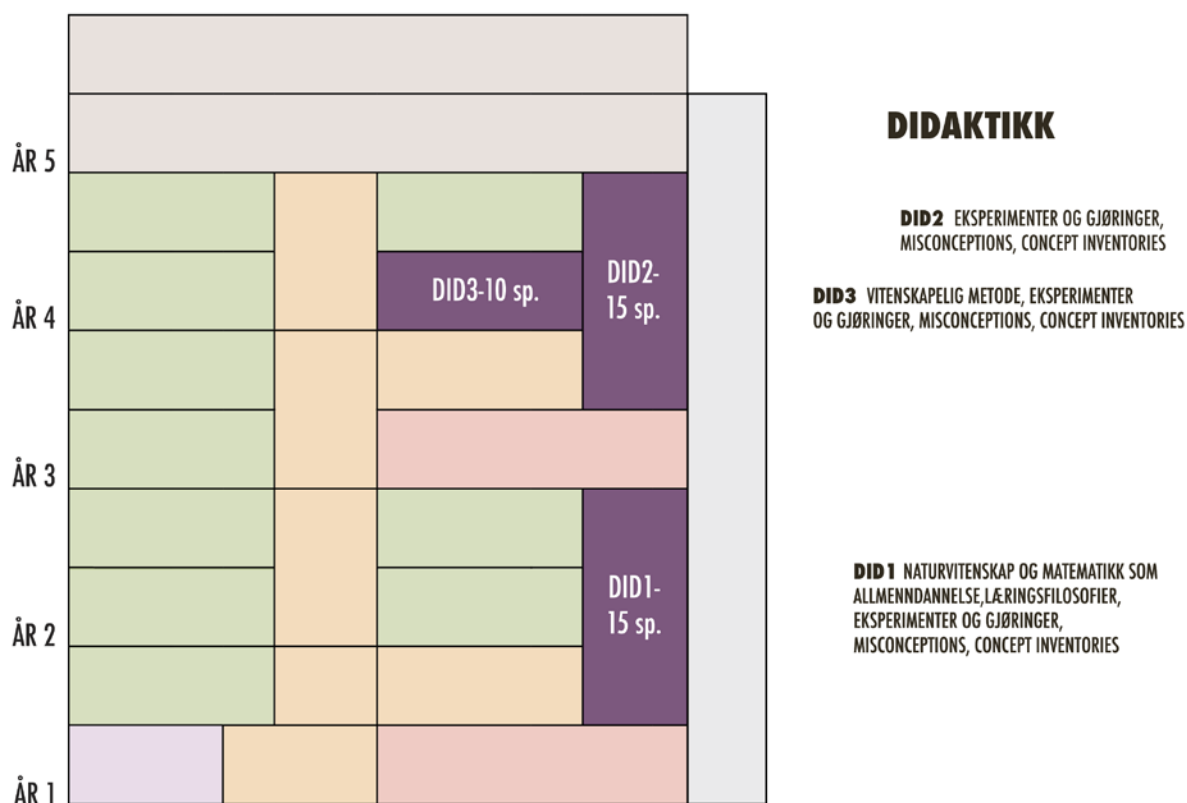
MAT5 TENSORER, KLASS. DIFF.-GEO., RIEMANNSK DIFF.-GEO., LIE-TEORI, VARIASJONSREGNING

MAT4 PARTIELL DIFF.-LIKN., ORD. DIFF.-LIKN., SPEISIELLE FUNKSJONER, LIE-TEORI

MAT3 VEKTOR-KALKULS

MAT2 NUMERISKE METODER

MAT1 LIN.-ALG., KOMPLEKSE TALL, DIFF.-LIKN.



Av spesielle forhold kan nevnes at arbeidet med masteroppgaven er satt til to semester. I dette femte året vil kandidatene ikke bare arbeide med masteroppgaven men også studere et individuelt pensum på 10 sp. som er direkte knyttet til arbeidet med masteroppgaven. Dette bidrar blant annet til å sikre at oppgaven holder et tilstrekkelig høyt faglig nivå. I lektorprogrammets tredje studieår vil studentene arbeide med en individuell fordypningsoppgave på 10 sp.

Når innholdet i kursene i "fysikk" og "matematikk" er sammenholdt mot hverandre fremgår det klart (for de godt faglig skolerte) at kursinnholdet i "grønne" og "oransje" kurs er tett synkroniserte og utgjør en integrert helhet. Fordypningsfaget i lektorprogrammets tredje år er satt i grønt. Dette er dels gjort av tekniske årsaker. Siden matematikk forstås som fysikk er det ingen grunn til at oppgavene ikke også kan ha et mer rent matematisk innhold.

Vi ser at didaktikken er fordelt over tre fag på til sammen 40 sp. Dette er 10 sp. mer enn hva de nasjonale føringene for lektorutdanningene krever. Fagene Didaktikk 1 og Didaktikk 2 (DID1, DID2) er begge lagt over tre semester for slik å utgjøre arenaen hvor studentene finner sine stemmer (jfr. studiets overordnede ambisjoner, s.1-2). Dette betyr videre at forholdet mellom "fysikk", "matematikk" og "didaktikk" er det samme i de semestrene av studiet hvor DID1 og DID2 kjøres. Didaktikkfaget DID3 er også tenkt å omhandle en del av det samme som i DID1 og DID2 i tillegg til forskningsmetode for *humanistiske fag*.

I figuren på neste side vises detaljert innhold i "fysikk", "matematikk" og "didaktikk" for studieårets andre semester, måned for måned, for blant annet å demonstrere på emnenivå hvordan disse fagblokkene er tenkt å samvirke. Innholdet i de grønne "fysikk"-blokkene har regi. Aspekter ved innholdet i "fysikk" er forsterket og utdypet i de oransje "matematikk"-blokkene. Innholdet i "fysikk"- og "matematikk"-blokkene er utdypet på begrepsnivå og knyttet direkte opp til formidlgjærningen i "didaktikk"-blokkene. Legg merke til hvordan innholdet i for eksempel didaktikken er lagt med noe forsinkelse i forholdet til korresponderende innhold i fysikk. Dette speiler fysikken som regifag.

ÅR 1 VÅR	FYSIKK	MATEMATIKK	DIDAKTIKK
JANUAR	KINEMATIKK GENERELL BEVEGELSESLØRE I 3D, MEDFØLGENDE REFERANSESYSTEM, GALILEO'S RELATIVITETSTEORI	VEKTORKALKULUS GENERELLE KOORDINATTRANSFORMASJONER, GENERELL BESKRIVELSE AV KURVER I 3D, KRUMNING, TORSJON, FRENET FRAMES,	GENERELL DIDAKTIKK NATURVITESKAP OG MATEMATIKK SOM ALLMENNDANNELSE, LØSNINGSSTRATEGIER (‘HOW TO SOLVE IT’), OM MISCONCEPTIONS, OM CONCEPT INVENTORIES
FEBRUAR	PUNKTDYNAMIKK NEWTON'S LOVER	VEKTORKALKULUS GENERELLE KOORDINATTRANSFORMASJONER, GENERELL BESKRIVELSE AV KURVER I 3D, KRUMNING, TORSJON, FRENET FRAMES,	KINEMATIKK / DYNAMIKK EKSPERIMENTER OG GJØRINGER, Å PRESENTERE FYSIKK OG MATEMATIKK
MARS	PUNKTDYNAMIKK / CELEST MEKANIKK NEWTON'S LOVER, CELEST MEKANIKK: BESKRIVELSE AV PLANETBEVEGELSER, KONSTRUKSJON AV KALLENDER	VEKTORKALKULUS GENERELLE KOORDINATTRANSFORMASJONER, GENERELL BESKRIVELSE AV KURVER I 3D, KRUMNING, TORSJON	KINEMATIKK / DYNAMIKK / IDE-HISTORIE MISCONCEPTIONS, CONCEPT INVENTORY, HISTORIEN TIL RELEVANT FYS/MAT, Å PRESENTERE FYSIKK OG MATEMATIKK
APRIL	CELEST MEKANIKK / GEOMETRISK OPTIKK CELEST MEKANIKK - BESKRIVELSE AV PLANET- BEVEGELSER, KONSTRUKSJON AV KALLENDER, LYS BESKREVET SOM STRÅLER	NUMERISKE METODER PYTHON, LINEÆR ALGEBRADERIVASJON, INTEGRASJON, DIFFERENSIALLIKNINGER	OPTIKK EKSPERIMENTER OG GJØRINGER, Å PRESENTERE FYSIKK OG MATEMATIKK
MAI	GEOMETRISK OPTIKK REFLEKSJON FRA IDEELLE OG FYSISKE FLATER, REFRAKSJON, KOROMATISK ABERASJON, LINSER, TELESKOP- OG BRILLE- KONSTRUKSJONER	NUMERISKE METODER PYTHON, LINEÆR ALGEBRADERIVASJON, INTEGRASJON, DIFFERENSIALLIKNINGER	CELEST MEKANIKK / OPTIKK / IDE-HISTORIE MISCONCEPTIONS, CONCEPT INVENTORY, HISTORIEN TIL RELEVANT FYS/MAT, Å PRESENTERE FYSIKK OG MATEMATIKK

Masteroppgaven og Forskning

Masteroppgaven skal være et *selvstendig, avgrenset og profesjonsrelevant forskningsprosjekt* (jfr. Forskriften) på minst 30 sp. Punktene i de sentrale styringsdokumentene som omhandler masteroppgaven sier ikke noe mer om selve innholdet i oppgaven enn det som kan leses inn i denne formuleringen. Dette tolkes slik at myndighetene legger til grunn en meget vid inngang til problemformuleringer som grunnlag for masteroppgaven.

Utviklingsgruppen ser for seg en lang rekke ulike typer oppgaver. Tradisjonelle oppgaver innen fysikk- og matematikdidaktikk er åpenbare muligheter; man kan tenke seg oppgaver som studerer problemer knyttet til "hva?" man skal velge å undervise, og gi dette begrunnelser ("hvorfør?") så vel som oppgaver som ser på hvordan et emne rent praktisk kan undervises ("hvordan?"). Gruppen tenker videre oppgavetyper som omhandler studier av hverdagsforestillinger, hvor studier i fysikk- og matematikk-historie også er aktuelle. Nært tilknyttet vil være undersøkelser knyttet til concept inventories. På bakgrunn av vektleggingen av digitale undervisningsteknologier i lektorprogrammet er det naturlig at den digitale dimensjonen også kommer til uttrykk i spekteret av masteroppgaver som tilbys; det er spesielt naturlig å tilby forskningsoppgaver knyttet til digitale læremidler. Museer og vitensenter er viktige arenaer for læring. Oppgaver knyttet til slike institusjoner er naturlige å inkludere i oppgaveporteføljen.

Rekruttering til Studiet

Fysikk- og matematikk-komplekset er tradisjonelt svært utfordrende å rekruttere til, og man må benytte hva man vil kalle "hard sell" for å lykkes. Det er nok å tenke på den stadig pågående realfagkrisen for å bli overbevist om dette. De som velger å fordype seg i dette komplekset er tradisjonelt personer som velger det ut i fra ren personlig interesse, og de er typisk elever med det beste faglige grunnlaget fra skolen. Disse elevene er ofte svært ambisiøse, og de vil følgelig søke seg til de fremste utdanningsinstitusjonene i fagene i landet. Det aktuelle studieprogrammet bør derfor ikke selges med disse elevene som den primære målgruppen, men heller selges mot flinke elever som også vil undervise. Kristin Halvorsen vektla akkurat dette aspektet ved den tenkte rekrutteringsbasen for lektorutdanningene generelt i sin tid. Hun (og Dept.) så nettopp flinke elever som vil undervise som de aktuelle kandidatene for slike utdanninger siden disse per da ikke fant noen naturlig vei inn i lærerprofesjonen. Kunnskapsdepartementet har etter sigende tall på at det finnes "mange" slike elever.

Innsalg av programmet i løpet av våren 2015 anses som meget god "timing" i forhold til oppstart av lektorprogrammet høsten 2016 da man regner med at de første mer definitive resultatene fra LHC-akseleratoren (CERN, Sveits) vil bekjentgjøres kommende år. Fysikkmiljøet regner med at *mye helt ny fysikk vil bli oppdaget*. Dette vil i sin tur gi et meget høyt fokus i media om fysikk noe som vil bidra til at flere velger fysikkrelaterte studier (en slik "kjedereaksjonen" har vi sett tidligere med hensyn på oppdagelser og innsøking til fag).

Avsluttende ord

Utdanningen skal være rettet mot undervisning på trinn 8-13...Lærerutdanninger skal være profesjonsrettede og integrerte, praksisnære og relevante, forskningsbaserte og utviklingsorienterte, krevende og ha høy kvalitet...Enkeltelementer i utdanningen må sees i sammenheng og samlet utgjøre en helhet...Teoretisk kunnskap skal integreres med praktisk oppgaver i skolehverdagen...Fag, fag-/yrkesdidaktikk, pedagogikk og praksis skal knyttes tett sammen. Dette skal bidra til et helhetlig syn på lærerprofesjonen...Lektorutdanningen skal kvalifisere kandidatene til å videreutvikle skolen som en institusjon for læring og danning.

Å "konstruere" en god lærerutdanning ut ifra en kravspesifikasjon er en meget krevende oppgave, spesielt en utdanning av et nytt slag. Videre representerer slik planlegging bare et startpunkt for en eventuell implementering. Hvordan denne eventuelt vil bli avhenger også av de som bygger, men, utviklingsgruppen bak den foreliggende modellen mener at god planlegging er halve jobben. Den tror at den foreliggende modellen for en lektorutdanning i fysikk og matematikk for trinn 8-13 representerer et solid utgangspunkt for en faktisk integrert utdanning hvor også mekanismer for å drifte faget på en bedre måte er bygget inn i selve rammeverket for utdanningen; organiseringen av fagpersonell og organiseringen av fagene fremstår som tett integrerte. Denne tette integrasjonen er et viktig og nødvendig grep for å kunne bygge et utdanningsløp som vil kunne fremstå som en helhet med utdanningskvalitet og tilby et helhetlig syn på lærerprofesjonen.