

Aktuel analyse

I denne sektion tages aktuelle problemstillinger i relation til matematik- og naturfagsdidaktik op til analyse og diskussion. Teksterne gennemgår ikke peer review, men skal være saglige, analytiske og argumenterende. Kontakt gerne redaktionen med idéer til indhold på mona@ind.ku.dk.

Gymnasiereformen – 5 år efter



Carsten Claussen,
Tornbjerg Gymnasium

Abstract. Fem år efter en omfattende reform af de gymnasiale uddannelser giver artiklen en lidt personligt præget status over fagene matematik, fysik og kemi i det almene gymnasium (stx). Gennemgående har fagene klaret sig godt i forandringerne, men der er på en lang række områder plads til og behov for forbedringer. Endnu større udfordringer venter imidlertid hele uddannelsessystemet.

Gymnasiereform 2005

I 2005 gennemførtes den største reform af gymnasiet i næsten hundrede år. Alle fire gymnasiale uddannelser fik et nyt og mere fælles lovgrundlag, og alle fagene blev nybeskrevet. De treårige gymnasiale uddannelser (hhx, htx, stx) blev alle delt i et halvårligt grundforløb og et 2½-årigt studieretningsforløb hvor eleverne i en klasse undervises sammen i langt de fleste fag. Samtidig er flerfagligheden sat i system så der er et organiseret samspil mellem fagene i studieområdet (hhx, htx) henholdsvis almen studieforberedelse (stx). Alle læreplaner bygger på målbeskrivelser hvor det faglige indhold er udvalgt så det bedst muligt understøtter arbejdet med at opfylde målene. Tidligere tiders stærke fiksering på et bestemt pensum er nu afløst af beskrivelser og prøveformer der i højere grad lægger vægt på hvad eleverne kan på basis af deres faglige viden.

I denne artikel vil jeg prøve at gøre en slags status for fagene matematik, fysik og kemi i det almene gymnasium (stx) som de ser ud fra et rektorkontor på et middelstort bygymnasium. Det er, som meget andet der skrives om undervisning, et partsindlæg fordi det uvilkårligt bærer præg af at jeg har en fortid som fagkonsulent for fysik i stx i reformperioden og dermed et stort ansvar for det fags nuværende udformning. Status inddrager også et udsnit af de mere end 40 eksterne evalueringsrapporter om forskellige aspekter af reformen som Undervisningsministeriet har offentliggjort.

Den reformerede studentereksamen

Skiftet fra valggymnasiet med dets opdeling i en matematisk og en sproglig linje til et studieretningsgymnasium har medført en ændring i de "hårde" naturvidenskabelige fags placering. Før reformen havde eleverne på matematisk linje matematik og fysik på mindst B-niveau og kemi på mindst C-niveau. På sproglig linje havde eleverne et naturfag som kombinerede matematik på C-niveau med fysik og kemi i samlet omfang svarende til et C-niveau.

Efter reformen fastlægger det enkelte gymnasium sit eget udbud af studieretninger inden for visse rammer, og det har betydet en større bredde i udbuddene af fagkombinationer. Nu skal alle elever have matematik og fysik på mindst C-niveau. De skal desuden have yderligere to naturvidenskabelige fag på C-niveau, men ikke nødvendigvis kemi, og som hovedregel skal et af naturfagene løftes til B-niveau. Hertil kommer et introducerende naturvidenskabeligt grundforløb med et omfang lidt mindre end et fag på C-niveau.

Et af målene med reformen af stx var at styrke naturvidenskab. På den almindelige side er det i en vis udstrækning sket gennem samarbejdet i almen studieforberedelse hvor naturvidenskab har haft en central placering i en del af de forløb som er gennemført ude på skolerne og ikke mindst i de afsluttende prøver. Elevernes valg af studieretning har betydning for deres studiekompetence. Her er andelen af studenter med matematik A i kombination med fysik og kemi på mindst B-niveau steget fra 14 % i 2007 til 25 % i 2009 (Bech & Behrens, 2010). Bag disse tal gemmer sig en vækst i især fagkombinationer med matematik A, kemi B og fysik på enten A- eller B-niveau. Samtidig er forskellen mellem drenges og pigers valg blev endnu mere markant så der er kommet forholdsvis flere drenge i disse studieretninger.

For de enkelte fag er der væsentlige ændringer i fordelingen af eleverne på fagenes forskellige niveauer. I matematik er der færre elever med matematik A mens der er kommet en del flere elever med matematik B, måske fordi det er et adgangskrav for flere uddannelser end tidligere, og fordi det populære samfundsfag A forudsætter matematik på mindst B-niveau. For kemi er der samlet set tale om en mindre tilbagegang i det samlede antal elever, især på A- og C-niveau. For fysik er der tale om en væsentlig tilbagegang på B-niveau der især er forbundet med at det tidligere var det obligatoriske niveau for alle elever på matematisk linje. Antallet af elever på fysik A er lidt mindre end tidligere.

Kombinationen af matematik A med fysik og kemi på mindst B-niveau er fra 2008 adgangsgivende til stort set alle videregående uddannelser inden for naturvidenskab, sundhed og teknik. Før reformen lå denne andel stabilt i en årrække omkring 14-15 %, og efter reformen er der således flere studenter med direkte adgang til studierne på disse områder. Imidlertid er der grund til at bemærke at en matematisk student med matematik A (højt niveau) tidligere kunne opnå den nævnte adgangsgivende

fagkombination gennem et suppleringskursus i kemi i løbet af sommerferien. Den baggrund havde mere end 80 % af alle studenter fra matematisk linje, og dermed var der tidligere åbent for adgang til disse uddannelser for rundt regnet dobbelt så mange studenter som i dag. Det er derfor glædeligt at der på det seneste er vækst i antallet af studerende som søger de teknisk-naturvidenskabelige uddannelser, selvom der fortsat ikke er nær nok i forhold til den forventede efterspørgsel på kandidater på disse områder.

Naturvidenskabeligt grundforløb

Det naturvidenskabelige grundforløb er elevernes introduktion til det naturvidenskabelige fagområde. Oprindeligt var det tanken at dette forløb skulle sikre at alle elever stiftede bekendtskab med de fire naturfag, biologi, fysik, kemi og naturgeografi, hvorfor lærere med alle fire faglige kompetencer indgik i klassens lærergruppe. Gennem de systematiske justeringer af reformen og fagene er fokus nu skiftet til mere generelle naturvidenskabelige kompetencer. Det er et fornuftigt skift som har gjort det nemmere at tilrettelægge undervisningen, og eleverne får et mere sammenhængende forløb. Efterhånden er der på skolerne udviklet gode forløb som introducerer eleverne fint til naturvidenskabelige metoder, herunder laboratoriearbejde med indsamling og bearbejdning af data. Det oplagte samarbejde med matematik som alle elever har sideløbende, er endnu ikke velfungerende selvom det er oplagt for begge parter. Men mon ikke det nok skal komme? Et lidt større problem er at sikre overføringsværdien af det eleverne arbejder med i naturvidenskabeligt grundforløb. Det kræver at der i endnu højere grad end tidligere sikres en konsensus blandt skolens naturfagslærere om de grundlæggende rammer for undervisningen i naturfagene hvor udgangspunktet bør være centrale kompetencer snarere end et bestemt fagligt indhold.

Kemi

Faget kemi er nok det af de naturvidenskabelige fag som undergik de mindste forandringer ved reformen. Der blev gennemført en række nødvendige tilpasninger af indholdet under hensyntagen til de overordnede intentioner og langt hen ad vejen på fagets egne præmisser. Den interne faglige debat har været begrænset og især koncentreret om hvordan man bedst muligt bevarer fagets stærke faglige profil i de forskellige flerfaglige sammenhænge undervisningen kræver.

Fysik

Fysik fik med reformen en særlig rolle som det obligatoriske naturvidenskabelige fag for alle, primært i form af et nyt fysik C. Undervisningen her skal være bredt, tematisk tilrettelagt og med vægten på fagets almindelige sider, både i mål og indhold. Der har gennemgående været tilfredshed med disse rammer fra elever og lærere selvom der især i starten var en vis diskussion om matematiks rolle i forhold til fysikundervisningen. Hensigten var at bringe fysikken i fokus og mindske betydningen af formelle argumenter og formelmanipulation. Det ser ud til at det er ved at være lykkedes, og man har fundet en fornuftig inddragelse af matematik som varierer mellem holdene alt efter deres matematiske forudsætninger. Det mest omdiskuterede ved fysik C var prøveformen som gav eksaminanderne 24 timers forberedelse til behandling af et nærmere afgrænset emne. Ved den mundtlige prøve skal eksaminanden lægge for med et selvstændigt oplæg (på ca. 6 minutter) der efterfølges af en faglig samtale. I samtalen inddrages et bilag i form af billeder, grafer, data eller lignende som er velegnet til at perspektivere det trukne emne. Mange mente at især den lange forberedelsestid kombineret med oplægget indbygger sociale skævheder i prøveformen fordi den heldigt stillede kan få afgørende hjælp i forberedelsestiden, måske endda købe sig til et færdigt oplæg. Erfaringerne har imidlertid vist at eksaminator og censor i dialogen med eksaminanden nemt kan sikre sig at eksaminanden faktisk har tilegnet sig den viden og de kompetencer som berøres i oplægget. Det største problem er nok snarere om denne prøveform tillader eleverne at udskyde tilegnelsen af det faglige stof til læseferien, hvor de så kan nøjes med at arbejde med det emne de faktisk skal prøves i. Det kan man kun sikre sig imod ved at opgaverne til den mundtlige prøve gøres brede, og gennem eksplicit inddragelse af andre stofområder i den faglige samtale.

Undervisningen i fysik B og fysik A har i modsætning til fysik C stor vægt på kombinationen af det almindelige og det studieforberedende. På indholdssiden er der på B-niveau kun tale om mindre tilpasninger af indholdet, og fagets bredde og dybde blev bevaret. Derimod blev der på A-niveau lagt op til en større ændring fordi der fra overordnet side var en klar besked om at faget skulle slankes. Området elektromagnetisme, som i mange år har været et rudiment, gled ud. Det førte til lange debatter, og da et internationalt evalueringspanel også pegede på dette som et problem, er området med den seneste justering igen en del af kernestoffet, men nu i en mere helstøbt version end før reformen. De faglige mål sætter fokus på det eksperimentelle, modeldannelse og formidling. Det ser ud til at eleverne kan opfylde dem på fornuftig vis, og de burde give dem gode kompetencer som er værdifulde i videregående uddannelser uanset om de er fysiktunge eller ej.

I forbindelse med reformen blev det ofte diskuteret om det faglige niveau kunne bevares. Det er i sagens natur en vanskelig størrelse at måle, men der er indikatorer

på nogle områder hvor der er sket ændringer. Omfanget af det skriftlige arbejde i fysik er reduceret væsentligt i forhold til tiden før reformen. Den samlede elevtid (på B- henholdsvis A-niveau) er væsentlig mindre, og det har klart betydet at opgavedimensionen på især B-niveau er blevet svækket. Når de skriftlige prøver i fysik stadigvæk er velfungerende og lever op til karakterskalaens formelle karakterfordeling, skyldes det især at opgavekommissionen har været god til at tage bestik af elevernes kompetencer og tilpasse opgaverne. Der er ikke helt så mange, lidt spidsfindige og længere opgaver og lignende.

En nyskabelse er et tvungent samarbejde ud af huset som skal vise elever med fysik på B- eller A-niveau hvilken rolle fysik spiller uden for skolen. Det kan være et samarbejde med en produktionsvirksomhed eller en forskningsinstitution, og det behøver ikke at indebære et besøg på virksomheden. Tilsyneladende er det indtil videre samarbejdet med universiteterne som har været i fokus, men forhåbentlig kommer produktionen også med. Erfaringerne viser at et sådant samarbejde for mange elever kan være med til at åbne øjnene for de mange spændende jobmuligheder der ligger her.

Prøveformen på B- og A-niveau er også ændret i forhold til tidligere idet prøven nu er en kombination af arbejde i laboratoriet og en traditionel mundtlig prøve. Overordnet set har det været en stor forbedring idet elevernes konkrete arbejde i laboratoriet er langt bedre til at vise deres eksperimentelle kompetencer end tidligere tiders mundtlige beretninger om laboratoriearbejdet. I den mundtlige prøve er det også lykkedes i begrænset omfang at inddrage ukendt materiale i form af et bilag som skal sikre perspektivering af det faglige stof.

Matematik

Med reformen er matematik blevet et obligatorisk fag på mindst C-niveau. Matematik C, som følges af ganske mange elever, er meget brugsorienteret i sin tilgang til stoffet med en række standardmodeller som grundlag. Det er på mange måder fornuftigt, men måske savnes der et naturligt arbejdsfelt i form af en række fag der anvender de forskellige matematiske modeller sideløbende med matematikundervisningen. Det ville styrke elevernes oplevelse af fagets og modellernes relevans. Faget har en skriftlig dimension som understøtter arbejdet med de forskellige emner, men den afsluttende prøve er mundtlig. En del af det skriftlige arbejde har form af emne- eller projektforsøg hvor eleverne typisk selv omsummerer et fagligt område og løser opgaver i tilknytning hertil. Det er en god forberedelse til en mundtlig prøve.

På B- og A-niveau er der sket visse ændringer i indholdet, så B-niveauet omfatter både differential- og integralregning, fortrinsvis for elementære funktioner (potens-, polynomiums- og eksponentialfunktioner, men ikke trigonometriske funktioner) samt statistik. Sandsynlighedsregning, vektorregning og differentiaalligninger er placeret

på A-niveauet. Matematiske modeller står centralt i arbejdet på begge niveauer, og det giver fine åbninger for samarbejdet med andre fag.

Den valgte fordeling af stoffet sikrer en god intern sammenhæng i matematikundervisningen, men er ikke nødvendigvis den mest hensigtsmæssige fordeling for fag som fysik der bruger væsentlige dele af matematikken. Men i Danmark er traditionen at matematik kan leve sit eget liv.

Efter mange år med forsøgsarbejde valgte man med reformen at inddrage CAS-værktøjer centralt i beskrivelsen af de faglige metoder på B- og A-niveau. I starten var det ofte i form af avancerede lommeregner, men efterhånden bliver det snarere i form af pc-programmer. Der bruges i undervisningen ganske megen tid på at sikre at eleverne har fået rutine i at beherske disse værktøjer og kan løse mange forskellige typer opgaver med dem. Det har gjort anvendelsen af matematikken nemmere og harmonerer godt med at der i læreplanerne er lagt stor vægt på modeldannelse. Men prisen har for mange elever været at den traditionelle matematiske faglighed er nedprioriteret. Den interne faglige argumentation og fagets deduktive opbygning står svagere end godt er. Selv elever i midtergruppen mestrer ikke med sikkerhed simple manipulationer af formeludtryk uden brug af deres CAS-værktøj. Det kan ikke undgå at give dem problemer hvis de ønsker at læse videre inden for matematiktunge uddannelser.

Nærmeste udviklingszone

I tiden siden 2005 har skolerne brugt mange kræfter på at implementere gymnasireformen, i første række på at få det flerfaglige samarbejde inden for rammen almen studieforberedelse til at fungere. Omfanget og karakteren af dette samarbejde er justeret flere gange undervejs, og der ser nu ud til at være udviklet en brugbar og holdbar beskrivelse. Vægten lægges på at se fagene som karakteristiske bidrag til at forstå komplekse problemstillinger, og fagenes og fakulteternes overordnede metoder og tilgange er centrale.

Fremover er der behov for at øge indsatsen for at få studieretnings samarbejdet til at fungere. I virkeligheden var det her vi burde være startet, men det har der hidtil kun i begrænset omfang været overskud til. Nu arbejder skolerne med tydeligere at profilere de enkelte studieretninger så det bliver klart for eleverne hvad de tilvælger og fravælger med de enkelte pakker. Studieretninger med matematik, fysik og kemi har altid haft en god tradition for samarbejde i form af koordination af fagenes indhold, men der er mange flere muligheder for integration af fagene som bør udnyttes. Samtidig vil de videregående uddannelser med stor fordel kunne inddrages som materialeleverandør og kilde til projekter og problemstillinger der kun kan behandles i et samarbejde mellem disse tre fag.

Der er fra centralt hold også sat et skærpet fokus på skriftligheden og især progressionen gennem det treårige forløb endende med studieretningsprojektet og den afsluttende synopsis i almen studieforberedelse. Matematik, fysik og kemi har en solid faglig tradition for den faginterne, skriftlige kommunikation i forbindelse med opgaveløsning som i disse år på det gymnasiale område udvikles gennem et øget fokus på den faglige argumentation. Men der er fortsat behov for udvikling af den naturfaglige rapport som genre og mere generelt den faglige kommunikation ud af fagene.

Fagenes evalueringskultur trænger også til et serviceeftersyn. Matematik, fysik og kemi har tidligere været orienteret mod en rigtig/forkert-tilgang hvor der blot blev sat "hak" ved det rigtige og en rød streg under det forkerte. Mange fejl blev gentaget opgavesæt efter opgavesæt uden nogen læring hos eleverne og til stor frustration for lærerne. Nu skal eleverne opnå et fornuftigt fagligt niveau ved hjælp af færre opgavesæt, og der er derfor behov for at sikre elevernes opmærksomhed og skærpe deres læring hvis fejl skal fjernes, og argumenter skærpes. Det kræver at vi udvikler den fremadrettede, formative evaluering med fokus på hvor eleverne med fordel kan sætte ind i næste omgang.

Mange af disse udviklingsopgaver kan med fordel styrkes af et samarbejde mellem de gymnasiale og de videregående uddannelser hvor ikke mindst de tilbageværende didaktikere kan spille en væsentlig rolle. Måske skal vi genopfinde de undervisningskommissioner som tidligere spillede en væsentlig rolle ved forberedelsen af større reformer. Det vil sikre en bedre sammentænkning af uddannelserne end der har været gennem de seneste 20 år hvor reformer og justeringer har fundet sted på hvert uddannelsestrin for sig.

Lærermangel truer

Der har gennem de seneste år været mangel på gymnasielærere inden for fagene matematik, fysik og kemi, mest udtalt for de første to fags vedkommende. Først hørte man om manglen på ansøgere til nye stillinger fra gymnasier uden for de større byområder, og nu på det seneste mangler der også nye lærere i universitetsbyerne. En større undersøgelse af udbud og efterspørgsel er gennemført i foråret 2010 af Gymnasieskolernes Rektorforening sammen med Gymnasieskolernes Lærerforening og Danske Universiteter (Gymnasieskolernes Rektorforening et al., 2010). Undersøgelsens resultater er alarmerende. Allerede i indeværende år forudses der en betydelig mangel på nye lærere med især fagene matematik og fysik. I de nærmeste år kan den samlede kandidatproduktion højst dække en mindre del af behovet, og hertil kommer at mange kandidater vælger helt andre beskæftigelsesområder end gymnasielærerjobbet. En omskoling af ledige civilingeniører er igangsat, men det vil kun kunne dække en min-

dre del af behovet, og når konjunkturerne i industrien vender, forsvinder en væsentlig del af disse ledige. Omskoling af erfarne folkeskolelærere er også foreslået, men det er ingen holdbar løsning da der også dér er mangel på kvalificerede lærere inden for de samme fag. Medmindre mange af de ældre lærere bliver væsentlig længere end forventet, vil der om få år være behov for en anden tilrettelæggelse af undervisningen, måske i form af storholdsdrift eller forelæsninger. Der er simpelthen ikke lærere nok til at gennemføre undervisningen som den sker i dag.

Referencer

- Undervisningsministeriets evalueringsrapporter er tilgængelige på adressen: [www.uvm.dk/Uddannelse/Gymnasiale %20uddannelser/Om %20gymnasiale %20uddannelser/Politiske %20oplaeg %20og %20aftaler/Gymnasireformen/Evaluering.aspx](http://www.uvm.dk/Uddannelse/Gymnasiale%20uddannelser/Om%20gymnasiale%20uddannelser/Politiske%20oplaeg%20og%20aftaler/Gymnasireformen/Evaluering.aspx).
- Bech, H. & Behrens, K. (2010). *Studenternes fagvalg 2005-2009*. UniC Statistik og Analyse. Lokaliseret den 20. juli 2010 på: www.uvm.dk/~media/Files/Stat/Gym/PDF10/210505_Fagvalg_2005-2009.ashx.
- Gymnasieskolernes Rektorforening et al. (2010). *Gymnasielærere – udbud og efterspørgsel i udvalgte fag nu og fremover*. Lokaliseret den 20. juli 2010 på: [http://files.zite3.com/data/files/246/1010/0/Laerermangel %20i %20gymnasiet %20marts2010.pdf](http://files.zite3.com/data/files/246/1010/0/Laerermangel%20i%20gymnasiet%20marts2010.pdf).

Abstract

Five years after a major reform of Danish upper secondary education, this article gives a somewhat personal review of the present status of mathematics, physics, and chemistry in the Danish gymnasium (stx). Overall, these three subjects have fared well in the process of reform, but there are a number of areas where improvements could and should be made. The most serious challenge, however, is a serious lack of teachers now and in the future.