

Naturvidenskab efter gymnasiereformen – intentioner og resultater

Jens Dolin, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

Artiklen belyser hvilke udfordringer gymnasiereformen skal være et svar på, og om den er det. Et centralt spørgsmål i den sammenhæng er hvorvidt den tolkning man som følge heraf giver naturvidenskaben, er fornuftig. Forfatteren anvender fysik som eksempel og diskuterer specielt hvorfor fysik er blevet et alment, fælles fag, og hvilke krav det stiller. Endelig fremhæves udvalgte resultater fra nogle af de foretagne evalueringer og hvilke didaktiske udfordringer naturfagslærerne står over for.

Den nye gymnasiereform har nu fungeret i knap to år, og selv om det er for tidligt at afsige endelige domme, tegner der sig dog nogle tendenser som det nok er værd at diskutere. Jeg omtaler kun de obligatoriske niveauer i det almene gymnasium. De skal ses som en (naturlig) forlængelse af folkeskolens naturfaglige undervisning og som et grundlag for en mere studieorienteret undervisning for de særligt interesserede.

Gymnasiereformen som startede august 2005, er ikke grebet ud af den blå luft. Den er nok i sin konkrete udformning et resultat af politiske forhandlinger – med deraf følgende uhensigtsmæssigheder – men den er grundlæggende baseret på et omfattende udviklingsarbejde i forbindelse med *Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser* (Undervisningsministeriet, 1999). Programmet løb 1999-2003, og her blev der for første gang udformet en samlet ramme inden for hvilken det gymnasiale udviklingsarbejde skulle udfolde sig. Inspireret af OECD's tankegange om livslang læring og det voksende fokus på kompetencebegrebet blev der formuleret en række indsatsområder som forsøgsarbejdet skulle beskæftige sig med. Det drejede sig fx om undervisningens organisering, samspillet mellem fagene, kompetenceudvikling, samarbejde mellem skoler m.fl. Programmet finansierede en bred vifte af undervisningsprojekter og efteruddannelsesaktiviteter som blev rapporteret i en lang række publikationer (se us.uvm.dk/gymnasie/udvikling). Ikke mindst fysikundervisningen i det almene gymnasium var et stort forsøgsområde, og som eksempel på rapporter kan nævnes:

Udvikling af fysikundervisningen i det almene gymnasium (nr. 4, august 2000), som var en opfordring til at deltage i forsøg og udviklingsarbejder med undervisningen i

fysik. Opfordringen førte til i alt 77 godkendte projekter, hvor de tre største områder var projektarbejde i fysik, tværfaglige aktiviteter og eksamen. Forsøgene blev evalueret og evalueringerne blev rapporteret i *Forsøg med fysikundervisningen 2000-2002* (nr. 22, november 2002) og *Forsøg med fysikundervisningen 2002-2003 – opsamling af erfaringer* (nr. 50, november 2003).

Samtidig tog den faglige forening i fysik og fagkonsulenten i fysik sammen initiativ til en debat om fysikundervisningen som blev udgivet i *Hvorfor? – et spørgsmål om fysikundervisningen i det almene gymnasium* (nr. 23, november 2002). Heri gav en række fysikdidaktikere og fysiklærere deres bud på hvorfor og hvordan fysik skulle indgå i det almene gymnasium i den kommende reform. Der blev givet en vifte af begrundelser som fokuserede på at fysik skulle være et alment dannende fag for alle, skulle vægte en kompetencetilgang, skulle fastholde de matematiske aspekter og skulle give plads til begejstring. Der blev lagt meget vægt på at det var den naturvidenskabelige tankegang og fysiks betydning for erkendelse og samfund frem for den konkrete viden der var fysiks bidrag til almindelsen, og som var de væsentligste argumenter for fysiks plads i gymnasiet på de grundlæggende niveauer.

Disse tendenser til at fremme fysikkens metaaspekter og til at arbejde kompetencorienteret gik igen i de øvrige naturfag. Specielt det alment dannende aspekt har været genstand for overvejelser, og Fysiklærerforeningen og Uddannelsesstyrelsen afholdt i 2000 en konference med titlen *Fysik og almindelse* (Undervisningsministeriet, 2000) som var med til at sætte fysik på “dannelseslandkortet”.

Jeg vil tro at det er viljen til at stille disse grundlæggende spørgsmål og lødigheden og mangfoldigheden af de givne svar der har været med til at placere fysik som *det* fælles, almindelige naturvidenskabelige fag. Fysik C skal da også ifølge læreplanen give “[...] eleverne en grundlæggende indsigt i naturvidenskabelige arbejdsmetoder og tænkemåder med vægt på almindelsen.”, og de skal kunne “[...] reflektere over indhold og argumentation, samtidigt med at de møder perspektiveringer af faget.” Dvs. en øget vægt på viden om fysik og fagets processider.

Valget af fysik som det fælles naturfag skal nok også ses som en del af det løft gymnasireformen generelt skulle give naturvidenskaberne. Biologi og naturgeografi anses for at være blødere fag, dvs. mindre matematisk orienterede og dermed lettere for eleverne, så disse fag ville på mange måder udgøre en enklere indgang til naturfagene. Men med valget af fysik får alle elever et “rent” naturvidenskabeligt fag – det som mange vil opfatte som det klassiske naturfag. De skal desuden have to af de tre øvrige naturfag (kemi, biologi og naturgeografi) på C-niveau og mindst et af naturfagene på B-niveau.

Som en fælles introduktion til naturfagsområdet blev der udviklet et “Naturvidenskabeligt grundforløb”. Det afvikles i det første semester og er et ligeværdigt samarbejde mellem de fire naturfag. Det er en generel introduktion til naturviden-

skabernes arbejds måder og tankegange og har bl.a. til formål at styrke elevernes interesse for naturfagene. Det er desuden interessant ved ikke at have noget konkret indhold, men udelukkende at skulle fremme de naturfaglige kompetencer. Der er til gengæld gjort en del ud af at beskrive nogle didaktiske principper og arbejdsformer; fx skal det induktive undervisningsprincip prioriteres for at stimulere og opmuntre til selvstændige arbejdsprocesser.

Generelt gælder det at naturfagene i det nye gymnasium er beskrevet i såvel indholds- som kompetencetermer, og at der er formuleret et obligatorisk kernestof som omfangsmæssigt giver plads til at vælge yderligere emner, fx til at fremme kompetencer eller dannelsesaspekter.

Herudover er naturfagene indlejret i et omfattende reformkompleks der stiller store krav til fagligt samspil, og som betyder voldsomme ændringer for de betingelser fagene skal udfoldes på.

Modedefænomener eller nødvendig tilpasning?

Man kan selvfølgelig vælge at sige at alt det nye med kompetencer, fokus på læring og metakognition osv. går over – og tilbage bliver som sædvanlig den konkrete faglige viden. Vi er nogle stykker der kan huske hvorledes projektarbejde og tværfaglighed ved sin indførelse i uddannelsessystemet i begyndelsen af 1980'erne blev udskældt som faglighedssænkende modedefænomener. Men de viste sig at udtrykke en nødvendig faglig udvikling som tilpassede uddannelserne og fagene til samfundets behov. Denne udvikling er fastholdt i reformen skønt det nu, af delvis politiske grunde, kaldes sagsorientering og fagligt samspil og dermed har en lille nuanceforskydning (se fx (Dolin, 2006a)).

Kompetenceorienteringen er en naturlig fortsættelse. Hvor det problembaserede og tværfaglige havde udspring i fagets rolle i samfundet (også videnskabssamfundet), så har det nye fokus på kompetencer sit udspring i det enkelte menneskes position i samfundet og herunder evnen til at kunne bringe sin viden i anvendelse i personlige og samfundsmæssige situationer. Denne individualisering skal kobles til videnskabs-samfundets ændrede vidensforståelse og i det hele taget den øgede vægt som der samfundsmæssigt lægges på viden. Det vidensproducerende samfund (Nowotny, Scott et al., 2001) og det ændrede vidensbegreb (siteret, praksisrelateret) stiller krav til fagene om at skulle fungere som epistemiske kulturer (Knorr-Cetina, 1999), dvs. ikke som vidensopbevarere, men som specifikke måder at skabe viden på.

Kompetencebegrebet indfanger dette aspekt: Den enkeltes evne til – sammen med andre – at producere viden selv, hvilket ofte vil sige at kunne anvende og dermed transformere kendt viden til nye situationer. Også den øgede vægt på dannelse kan ses i dette perspektiv, især hvis dannelse også opfattes som selvdannelse, dvs. den enkeltes gøren faget til sit eget. Hele denne udvikling sætter fagene under pres, og

det gælder måske især ikke-hermeneutiske fag som fysik. Den stiller også krav til lærerne om at kunne forvalte en sådan faglighedsopfattelse. Fagets praksis må ændres i overensstemmelse med de nye mål og styringsdokumenter. Der skal meget kortfattet udtrykt ske en bevægelse fra regning af standardopgaver, indlæring af formler og udførelse af standardøvelser til opstilling af nye problemstillinger og brug af viden på ukendte områder og i kontekstrige, autentiske situationer. Dvs. undervisningen skal i stedet for indlæring af et fast pensum sikre udvikling af vidensdannelsesprocesser og give eleverne et greb om fagets vidensforståelse.

Dette er naturligvis ikke nyt, men en logisk videreudvikling af den tidligere bekendtgørelses krav om at arbejde med forskellige dimensioner af fysikken. Man kan måske sige at dimensionerne bliver mere centrale – samtidig med at de mange forsøgserfaringer inddrages.

Den skitserede opprioritering af det anvendelsesorienterede og reflektive er desuden i overensstemmelse med udenlandske tendenser. Det amerikanske *Project 2061* (<http://www.project2061.org/>) lagde vægt på *science for all*, og det engelske *Beyond 2000* (Millar & Osborne, 1998) fremhævede nødvendigheden af at lære eleverne om naturvidenskaben. Begge projekter har haft stor indflydelse på naturfagsundervisningen såvel i de respektive lande som internationalt. De understreger begge de kulturelle og demokratiske begrundelser for den naturfaglige undervisning på grundniveauerne (dvs. til og med gymnasiets C-niveauer), og de kommer med anbefalinger vedrørende naturfagsundervisningen der langt hen ad vejen er taget hensyn til i reformens læreplaner og vejledninger. Internationalt bæres tendensen af et fælles fokus på *scientific literacy*, således som det fx danner grundlag for PISA's test af naturvidenskabelige kompetencer (<http://www.oecd.org/dataoecd/38/29/33707226.pdf>).

Didaktiske udfordringer

Jeg har i en tidligere artikel i MONA (Dolin, 2005) givet et bud på de vigtigste problematikker inden for naturfagsundervisningen. Af de der direkte vedrører gymnasireformen, vil jeg især pege på følgende:

Reformens krav om *fagligt samspil* mellem de tre hovedområder fordrer inddragelse af videnskabsteoretiske aspekter. Fysik skal i sit samarbejde med andre fag repræsentere den naturvidenskabelige faggruppe, dvs. fysik skal ikke kun bidrage til sagen med fagets konkrete viden, men også med viden og bevidstgørelse om *naturfagernes egenart*. Hvad kan naturfagene (som andre fag ikke kan), hvorledes skabes viden i de forskellige naturvidenskaber, hvilken status har denne viden i sammenligning med anden viden, hvilken rolle har naturvidenskaberne spillet historisk etc.? Der skal således udvikles en lærerbevidsthed og viden om naturfagernes metaperspektiver, dvs. viden om naturfagernes videnskabsteori og videnskabshistoriske hovedtræk. Det kræver en stor forskningsindsats og en omfattende efteruddannelse af lærerne.

Kompetenceorienteringen stiller krav om at kunne se anvendelsen af den konkrete viden som udtryk for fagets centrale kompetencer. Eleverne skal ikke kun lære at måle nøjagtigt, kunne foretage lineær regression eller at finde is' specifikke varmekapacitet – de skal tilegne sig en empiriskompetence. Der skal derfor være en vis generalitet og eksemplaritet i det faglige arbejde. Desuden skal den faglige kompetence opnås gennem en samtidig opøvelse af almene og personlige kompetencer i faget.

Den øgede vægt på *naturvidenskabelig dannelse* er kun mulig hvis der udvikles en vis fælles opfattelse af hvad der skal forstås herved. Dannelsesbegrebet er ikke veldefineret i reformsammenhænge, men det er en kompleks personlighedsorienteret kategori som integrerer fagligt indhold, faglig perspektivering, identitetsarbejde og etik (Dolin, 2006b). At undervise heri er ikke enkelt – især ikke hvis det er uklart hvad det er. Desuden er det et åbent spørgsmål om og hvordan den opnåede dannelse skal indgå i bedømmelsen af eleverne. Det der ikke indgår i karaktergivning, får ikke meget plads i et stærkt karakterorienteret system. Så hele *evalueringsspørgsmålet* er i det hele taget meget afgørende for hvorledes reformen vil udvikle sig. Hvis fx den øgede vægt på skriftlig eksamen slår igennem i flere skriftlige og færre mundtlige prøver, vil det nok øge evalueringens reliabilitet, men på bekostning af validiteten hvad angår metaperspektiver og omverdensrettede kompetencer. Det er meget svært at teste bløde kompetencer i en skriftlig test, og det er vel de færreste autentiske, hverdagsnære situationer hvor elever bruger naturvidenskabelig viden, som kræver skriftlig formulering.

Motivationsproblemet og *læringsproblemet* er to sammenhørende problemer som ligger i forlængelse af de foregående. Hvorledes får vi alle elever med, og hvorledes lærer de bedst naturfag (eller specifikt fysikken)? Den sidste del af spørgsmålet er måske det vigtigste og åbner op for grundlæggende overvejelser over hvornår man egentlig har lært et fag (som fysik). Inden for fagets egne rammer har vi opbygget en forestilling om forståelse baseret på evnen til at kunne gennemføre fagets vigtigste processer (regne opgaver, udføre øvelser, kende formler etc.). Men i en hverdagskontekst er kompetence snarere evnen til at kunne argumentere og handle med brug af fagets viden i komplekse situationer – at kunne tilpasse faget til en hverdagslogik. Det vil sige man skal evne det meget vanskelige at få to forskellige former for viden til at hænge sammen, nemlig hverdagslivets narrative tilgang og fysikkens logisk-deduktive (se fx min ph.d.-afhandling (Dolin, 2002) for uddybning). Det er et centralt formål med det nye tværgående forløb Almen studieforbereelse at gennemføre sådanne processer. Men det er en endog meget svær øvelse at få de to verdener, de to forskellige måder at erkende på, til at hænge sammen. Hverdagslivets mangfoldighed og kompleksitet er simpelthen svær at lukke inde i den naturvidenskabelige reduktion. I dagligdagen bruger vi det erfarede, det kendte, til at forklare det ukendte – i naturvidenskaberne er det omvendt. Her anvender vi det abstrakte og teoretiske,

det usynlige, det ikke-erfaredede, til at beskrive det velkendte. At få eleverne til at gennemføre begge processer fordrer fra lærerside en læringsteoretisk tilgang baseret på en bred vifte af undervisningsformer (herunder evalueringsformer).

Evnen til at kunne engagere og inddrage elevers følelser er afgørende nødvendig for at initiere og gennemføre denne proces. Selv om fysikkens viden (måske) er følelses- og værdimæssigt neutral, så er de der skal lære fysikken, ikke uden værdier og følelser. Hvis elever (ligesom alle andre) skal engagere sig i fysik, skal de have mulighed for at give det værdi for at forholde sig følelsesmæssigt til det. Det er desuden forudsætningen for senere at kunne adskille følelserne fra facts. Et vigtigt element kunne være at fokusere mere på *hvordan* den givne viden er fremkommet, fx ved at fortælle historierne om alle fejltagelserne, og *hvorfor* den er vigtig, frem for kun at undervise i *hvad* der er den rigtige viden. Undervisning med henblik på kompetence og dannelse fordrer netop at man arbejder med det usikre, det kontroversielle etc. (jf. autentisk fysik-projektet (Bangsgaard, Dolin et al., 2001)).

Gymnasireformens første år

Hvordan gik det så med reformens implementering? Jeg vil fremdrage nogle (meget få) resultater af evalueringen af grundforløbet (Dolin, Hjemsted et al., 2006) og af Fysik C (Andersen, Angell et al., 2006).

Grundforløbsevalueringen som omfattede grundige interviews med lærere, elever og ledelse på tre gymnasier gennem efteråret 2005 samt en spørgeskemaundersøgelse omfattende 724 lærere, 2.705 elever og ledelsen på 23 gymnasier, kan ses på <http://www.uvm.dk/06/documents/grund.pdf>. Evalueringen omfattede hele grundforløbet og ikke kun fysik eller de naturvidenskabelige fag, men giver et billede af de fælles problemer og muligheder i grundforløbet og de tværgående bånd, herunder Naturvidenskabeligt grundforløb.

Først og fremmest viste det sig at eleverne i vid udstrækning var i stand til at anvende viden og kompetencer tilegnet i ét fag i andre fag, så den øgede vægt på fagligt samspil har ikke været forgæves. De har også kunnet anvende de tillærte generelle gymnasiale arbejdsformer (såsom notatteknik og mindmap) i fagene. Der er desuden opbygget en evalueringskultur på skolerne og i fagene som på sigt kan vise sig som noget af det mest værdifulde ved reformen.

Det er svært at vurdere fagligheden idet grundforløbet jo netop skal lægge grunden for de næste to og et halvt års arbejde. Generelt anser naturfagslærerne niveauet i læreplanerne for at være for ambitiøst i forhold til den tid der er til rådighed, og en del giver også udtryk for at niveauet er lavere end før reformen. Dette kan skyldes at grundforløbets niveauer er forskellige fra det gamle gymnasiums niveauer og ikke direkte sammenlignelige, men også at kravene er anderledes. Desuden klager mange lærere over at omfanget af det skriftlige arbejde er mindre.

Det er interessant hvorledes kravet om at elever skal kunne skifte retning efter grundforløbet, har medført at fagene har udviklet en faglig kanon. Typisk har fysiklærerne på en skole diskuteret sig frem til fælles emner og tekster i Fysik C og i bidraget til Naturvidenskabeligt grundforløb. Denne diskussion har været frugtbar og givet liv til faggrupperne.

Det naturvidenskabelige grundforløb har fået meget forskellig udformning på de forskellige skoler. Men dette må vel vurderes positivt, ligesom der blandt lærerne er stor tilfredshed med friheden mht. valg af emner og eksperimenter. Af læreplanens kompetencer fokuseres der mest på empirikompetencen. De metodiske aspekter af naturfagene indgår med stor vægt hvorimod de mere videnskabsteoretiske og perspektiverende aspekter fylder væsentligt mindre. Der er desuden et skræmmende lille samarbejde med matematik. Spørgsmålet om hvorvidt Naturvidenskabeligt grundforløb er en anvendelig introduktion til naturvidenskab, skiller lærerne i to nogenlunde lige store grupper.

Lærernes arbejdsvilkår er meget ændrede. Langt de fleste lærere føler et stærkt øget arbejdspress, både pga. ændrede læreplaner og pga. en overvældende mødeaktivitet og følelsen af et stærkt øget dokumentationskrav. Til gengæld er der udbredt tilfredshed med den tvungne teamorganisering, som også viser sig at være en af de vigtigste forudsætninger for succesrig implementering.

Evalueringen af Fysik C omfattede en spørgeskemaundersøgelse blandt 59 lærere og 1.195 elever på 28 gymnasier som i foråret 2006 havde Fysik C, samt fokusgruppeinterview af elever og lærere på 8 skoler. Det overordnede indtryk er at indførelsen af Fysik C er forløbet tilfredsstillende. Faget lever op til de fastsatte mål, og disse ser ud til at passe til målgruppen. Nedtoningen af fysikkens formelle og matematiske sider anses for velbegrundet i lyset af elevernes forkundskaber – selv om der er uenighed blandt fysiklærerne herom. At fysikkens formelle og regnetekniske sider stadig anses for centrale af mange lærere, kommer til udtryk i evalueringsgruppens anbefalinger af at lægge mere vægt på udvikling af elevernes mundtlige kompetencer.

Evalueringen viste at Fysik C-undervisningen overordnet stimulerer elevernes interesse for fysik, dog ikke for elever med stor forhåndsinteresse for matematik. Desuden er der sket et drastisk fald i omfanget af det skriftlige arbejde.

Mange af reformens intentioner må således siges at være blevet opfyldt. Men evalueringerne viste også nogle problemer. Vigtigst er måske at strukturen har indbygget nogle modsætninger som det er svært at komme uden om. De tværgående bånd medfører med de valgte strukturer ofte meget opsplittede forløb i fagene som gør det svært at opnå kontinuitet og progression i enkeltfagernes undervisning.

Mange lærere, især naturfaglige, er stadig præget af pensumtænkning, dvs. underviser efter hvilken viden, typisk defineret gennem bestemte tekster, eleverne skal have, frem for efter hvilke kompetencer de skal opnå. Mange har således vanskeligt ved at

forbinde en overfaglig kompetencediskurs med faginterne begreber og arbejdsformer og i det hele taget at styre efter kompetencemål.

Her er så ikke sagt noget om hvorvidt implementeringsprocessen har været rimelig. Dette afhænger jo i vid udstrækning af det valgte ståsted. Mens Undervisningsministeriet vil sige at problemerne skyldes skolernes manglende forberedelse og læreres manglende vilje til omstilling, vil mange skolers ledelse pege på uklare styredokumenter, og lærerne vil hæfte sig ved den stærkt øgede arbejdsbyrde, følelsen af øget kontrol og den ændrede faglighed. Godt halvdelen af lærerne i grundforløbsevalueringen havde en positiv holdning til reformen da skoleåret startede, mens en fjerdedel var negativt stemt. I slutningen af semestret var kun en fjerdedel positivt stemt mens godt halvdelen havde en negativ holdning. Så noget kunne under alle omstændigheder tyde på at reformen kunne være blevet bedre forberedt. Og dagspressen og Gymnasieskolernes Lærerforenings blad Gymnasieskolen har da også været fyldt med stærkt kritiske indlæg.

Afslutning

Jeg ser ikke reformen som en revolution. Den er et led i den naturlige og nødvendige tilpasning af skolen og naturfagene til samfundsudviklingen og fagudviklingen, og på mange måder lever den op til de krav og de tendenser som kan aflæses af globalisering og videnssamfund. Og ja, så er der vel tale om et vist forfald af traditionelle naturfagstræk og fysikværdier: færre formler og mindre af det traditionelle stof. Men til gengæld er der større fremtidsrettethed: mere faglig valgfrihed, større vægt på reflektive og perspektiverende dimensioner og øget evne til at anvende fagene i ikke-faginterne sammenhænge.

Om naturfagene samlet set er blevet styrket, og om elevernes studiekompetence er øget, er det meget svært at sige noget entydigt om. Måske har flere elever fået en grundlæggende indsigt i naturvidenskaberne og færre en dybere. Det ser i hvert fald ud til at der er sket et drastisk fald i elever der tager Fysik B, mens Fysik A-niveauet er uændret. Men samtidig er mål, niveau og indhold ændret, hvilket vanskeliggør sammenligninger. Studiekompetencen kan først vurderes når eleverne er færdige med gymnasiet og starter på deres uddannelser. Noget tyder dog på at de elever der kommer ud af reformen, nok vil have kendskab til en mindre mængde fagligt stof, men til gengæld vil have nogle styrkede almene og personlige kompetencer og desuden vil have en mere kompetenceorienteret tilgang til fagene. De vil have mindre træning i opgaveregning, men de vil have større evne til fagligt samspil og faglig perspektivering, og de vil have større evne til problembaseret arbejde og studierelevante arbejdsmetoder. Så hvis studieegnethed anses som et spørgsmål om overensstemmelse mellem den studerendes kompetencer og studiets udformning, kan det godt være at nogle videregående studier vil beklage sig. Men det kan de pågældende studier heldigvis selv gøre noget ved.

Den største udfordring set fra gymnasiets side er uden tvivl at mange læreres faglighedsbegreb ikke er i overensstemmelse med gymnasireformens. Her skal der ske en gensidig tilpasning.

Hele denne udvikling i naturfagsundervisningen stiller desuden ganske store krav til lærerne. Det er krav som lærerne ikke har fået forudsætninger for at honorere gennem deres kandidatstudium, og som kun lærere med nyt pædagogikum i et vist omfang har fået belyst. Der er således ikke noget at sige til at mange naturfagslærere føler sig på tynd is og har et stort behov for især fagdidaktisk efteruddannelse. Det bliver derfor spændende at se i hvilket omfang den besparelse i skriftlig rettereduktion som ligger i reformen, rent faktisk bliver brugt til lærernes efteruddannelse som det var hensigten.

Referencer

- Andersen, R.N., Angell, C. et al. (2006). *Evaluering af fysik C*. www.uvm.dk.
- Bangsgaard, T., Dolin, J. et al. (2001). *Autentisk fysik*. Valby.
- Dolin, J. (2002). Fysikfaget i forandring. Læring og undervisning i fysik i gymnasiet med fokus på dialogiske processer, autenticitet og kompetenceudvikling. *IMFUFA-tekster nr. 410*. Roskilde: IMFUFA/RUC. (<http://diggy.ruc.dk/handle/1800/1645>).
- Dolin, J. (2005). Naturfagsdidaktiske problematikker. *MONA, 2005(1)*.
- Dolin, J. (2006a). III.2 Fag, hovedområder og fagligt samspil. I: E. Damberg, J. Dolin & G.H. Ingerslev. *Gymnasiepædagogik*. København: Hans Reitzel.
- Dolin, J. (2006b). I.4 Dannelse, kompetence og kernefaglighed. I: E. Damberg, J. Dolin & G.H. Ingerslev. *Gymnasiepædagogik*. København: Hans Reitzel.
- Dolin, J., Hjemsted, K. et al. (2006). *Evaluering af grundforløbet på stx*. www.uvm.dk.
- Knorr-Cetina, K.D. (1999). *Epistemic Cultures: How the Sciences Make Knowledge*. Harvard University Press.
- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College London.
- Nowotny, H., Scott, P. et al. (2001). *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. Oxford, UK: Blackwell Publishers Inc.
- Undervisningsministeriet. (1999). *Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser*. København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (2000). *Fysik og almendannelse*. København: Uddannelsesstyrelsen, Undervisningsministeriet.