

Integration af fysik og kemi i den naturvidenskabelige studieretning



Hanne Krøyer, Grenaa
Gymnasium



Jesper Munk Jensen,
Grenaa Gymnasium

Mange undervisere uanset niveau oplever at deres elever ikke selv er i stand til at skabe transfer mellem relaterede fag. Eleverne er ikke i stand til at anvende viden opnået i et fag i et andet relateret fag som fx fagene fysik og kemi. Desuden har man i undervisningssektoren haft en forventning om at fagene fysik og kemi helt naturligt og uden større besvær kan lave tværfaglige samarbejder på de gymnasiale uddannelser. Denne forventning har vi bl.a. fra folkeskolens fysik/kemi-fag. Men på STX, hvor fagene netop udfoldes hver for sig, ligger sådanne samarbejder ikke altid lige for. I dette projekt har vi forsøgt dels at afdække nogle af de forhindringer der er for sådanne tværfaglige samarbejder, dels at finde måder hvorpå vi kan styrke det tværfaglige samarbejde og skabe større transfer mellem fagene.

Projektet

Rammen om projektet

I 2014 fik vi mulighed for at udpege en naturvidenskabelig studieretningsklasse til at deltage i et DASG (Danske Science Gymnasier) skoleudviklingsprojekt hvor Lars Brian Krogh fra VIA University College, Århus, var tilknyttet som ekstern konsulent for de deltagende skoler. Projektets overordnede fokus var eksperimentelt arbejde. Da netop det eksperimentelle arbejde og tilgangen til det eksperimentelle arbejde er fælles for fagene fysik og kemi, var dette et naturligt springbræt for et didaktisk projekt omkring større integration af fagene fysik og kemi. Projektet blev igangsat i skoleåret 2014/15 som et DASG-projekt der blev afsluttet efter et år. Herefter kørte projektet videre yderligere et år med Grenaa Gymnasiums opbakning i regi af SIP (Skoleudvikling i praksis) – og FIP (Faglig udvikling i praksis). Selve projektet blev derfor afsluttet samtidig med at klassen efter 2. g blev delt op efter elevernes valg af fysik A eller kemi A. Vi fortsatte dog med elementer fra projektet på de respektive fysik A- og kemi A-hold i 3. g.

Ideer og benspænd

I den indledende arbejdsproces forsøgte vi at afdække alle de steder vi kunne finde grundlag for et tværfagligt samarbejde; vi havde en forventning om at vi skulle undervise i fælles emner parallelt i fagene. I forbindelse med DASG-projektet blev vi opmærksomme på en undersøgelse af Hurley (2010) omkring effekten på indlæring af tværfaglige samarbejder mellem matematik og science-fag. Undersøgelsen viste bl.a. at parallel undervisning i fagene havde en svag negativ effekt på elevernes indlæring, hvorimod sekvenseret undervisning i de to fag gavnede begge fag, dog mest matematik. I de øvrige tre undervisningsmetoder hvor fagene gradvist blev undervist mere og mere integreret, gavnede denne tilgang begge fag, dog mest science-faget. På baggrund af Hurleys undersøgelse blev vi tvunget til at tænke i nye baner omkring hvordan en integration af fysik og kemi skulle organiseres.

Desuden mødtes vi af en række organisatoriske benspænd idet klassen indgik i en blandet studieretningsklasse med bioteknologi-studieretningen hvor matematik A og fysik B var de fælles studieretningsfag. Det vil sige at fysikholdet bestod af hele klassen, altså af elever der både havde valgt den naturvidenskabelige studieretning og bioteknologi-studieretningen, i modsætning til kemiholdet som kun omfattede den halvdel af klassen der havde valgt den naturvidenskabelige studieretning. Dette var yderligere en grund til at fokusere på andre aspekter af integration mellem fagene ud over undervisning i fælles emner. Et andet benspænd var at undervisningen i fysik startede umiddelbart efter afslutningen af NV-forløbet i begyndelsen af november, hvorimod undervisningen i kemi først startede efter elevernes endelige valg af studieretning i slutningen af januar måned. Fysik var desuden bundet af en intern aftale på skolen om at undervise i de samme emner i alle klasser i 1. g af hensyn til elever der fortrød deres valg af studieretning og valgte at skifte studieretning i løbet af 1. g. Endelig skulle fysik indgå i et AT-forløb i januar/februar i 1. g sammen med samfundsfag omkring bæredygtig energiforsyning.

Alle disse benspænd vanskeliggjorde integrationen mellem fagene, så vi var tvunget til at tænke i andre baner end vi først havde forestillet os. Vi valgte derfor at sætte fokus på fire aspekter af undervisningen i fysik og kemi, nemlig den fagfaglige eller indholdsmæssige del, fagenes arbejdsmetoder, fagenes begreber og hvad man kunne kalde fagenes standarder; med det formål at klarlægge mulige tilgange til integration af fagene.

Vi startede med at sammenligne læreplaner for at afdække faglige overlap. Da klassen startede med både fysik og kemi på B-niveau inden eleverne skulle vælge hvilket af de to fag de ville hæve til A-niveau i 3. g, sammenlignede vi læreplanerne for henholdsvis fysik B og kemi B. De eneste egentlige overlap omhandlede gasser, farver og atomer. Desuden kunne fagene drage nytte af hinanden i forbindelse med undervisning i energi og visse aspekter af organisk kemi samt omkring el-lære og

redox-kemi. På den baggrund og under hensyntagen til alle de tidligere nævnte ben-spænd, samt at nogle emner naturligt går forud for andre, lagde vi en overordnet plan for undervisningen i fagene igennem de to år (se fig. 1).

Plan for undervisningen i Fysik b og Kemi b		
Semestre	1xw Fy	1x Ke
1. g efterår	NV-forløb Fysik og Naturgeografi	NV-forløb Kemi og biologi
	Kosmisk zoom	<i>Ingen undervisning</i>
	Energi	<i>Ingen undervisning</i>
1. g forår	Vedvarende energi AT-innovation	Energi i forbindelse med organisk kemi (understøttende)
	Gaslove (understøttende)	Stofmængder, masser, volumener, blandinger
	Bølger	Ligevægte
	Stjerner	Syre-baser
2. g efterår	El-lære (understøttende & fælles projekt)	Redoxkemi og elektrokemi (understøttende & fælles projekt)
	Kernekemifysik (inddragelse af mængdeberegninger)	Kompleks-kemi
	Atomfysik	Farvestoffer
2. g forår	SRO/MiniSRP Farver	
	Mekanik	Kemiske bindinger
	Kosmologi	Udvidet organisk kemi og biokemi

Figur 1. Plan for undervisningen i fysik B og kemi B i klassen.

Da de fagfaglige overlap var begrænsede, og da eksperimentelt arbejde også var et fokusområde, var næste skridt at se på fagenes metoder, herunder særligt fagenes tilgange til eksperimentelt arbejde. Da begge fag havde et ønske om at styrke elevernes udbytte af det eksperimentelle arbejde, blev det besluttet at arbejde med åbne eksperimentelle problemstillinger på baggrund af modellen for IBSE (Inquiry based science education)/UBNU (Undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning). Denne arbejdsmetode er ofte ret tidskrævende, men ved at dele opgaven med at lære eleverne denne arbejdsmetode mellem fagene håbede vi at kunne indhente noget af undervisningstiden igen.

I løbet af diskussionerne omkring de fagfaglige og de metodiske overlap gik det op for os at fagene benytter mange af de samme begreber, men ikke altid med helt identisk betydning. Det fik os til at vælge en tredje tilgang til integrationen af fysik og kemi med fokus på linkskabende begreber (cross cutting concepts). Vi overvejede derfor fra starten hvilke begreber fagene har til fælles, og fik klarlagt hvordan vi benytter begreberne både på samme måde og forskelligt. Formålet var at blive bevidst om hvilke begreber fagene har til fælles, men ikke mindst forskellighed i brugen eller betydningen af begreberne. Et godt eksempel er "standardtilstand"; begge fag er enige om at standardtilstand befinder sig ved 1 atm. tryk, men i fysik er standardtemperaturen 0 °C, hvorimod den i kemi er 25 °C. Dette kan let forvirre eleverne, og for at stilladserne eleverne bedst muligt opererede vi derfor med linkskabende begreber.

Endelig diskuterede vi fagenes standarder eller krav til skriftligt arbejde, betydende cifre, enheder, usikkerheder etc. med det formål så vidt muligt at stille ensartede krav til eleverne og lave en koordineret indsats i forhold til disse områder.

Intentioner og virkelighed er som oftest to forskellige ting, hvilket også gjorde sig gældende i dette projekt. Den realiserede undervisning i fysik B og kemi B er vist i figur 2. De første og største afvigelser fra den intenderede undervisningsplan opstod da vi ikke fik mulighed for at lave studieretningsopgave i klassen, samt at kemiholdet fik mulighed for at lave kemishow på en lokal folkeskole i forbindelse med Naturvidenskabsfestivalen. Da den oprindelige plan derfor ret hurtigt var faldet til jorden, blev hele planen ændret, og fokus flyttede derfor endnu mere væk fra fællesfaglige emner og over på fagenes metoder og særligt på det eksperimentelle arbejde.

Åbne eksperimentelle problemstillinger

I forbindelse med det eksperimentelle arbejde blev der i begge fag arbejdet frem mod en IBSE-baseret tilgang i form af åbne eksperimentelle problemstillinger i mange forløb. De forløb hvor der indgik åbne eksperimentelle problemstillinger, er markeret med en stjerne i oversigten i figur 2.

I arbejdet med åbne eksperimentelle problemstillinger kan vælges en række forskellige tilgange alt efter antal og typer af frihedsgrader man giver eleverne. Antallet af frihedsgrader samt de specifikke frihedsgrader vælges ud fra de almene hensyn til stilladsering af eleverne og progression i det eksperimentelle arbejde. I klassen har der primært været arbejdet med frihed i forhold til forsøgsdesign. Formålet med at vælge en mere åben tilgang til det eksperimentelle arbejde er at skabe større ejerskab hos eleverne samt ansvar for egen læring og i sidste ende forhåbentlig øget læring hos eleverne.

Da arbejdet med de åbne eksperimentelle problemstillinger blev påbegyndt, var

	KEMI B	FYSIK B
1.g efterår	NV-Salt og sundhed	NV - Hvorfor blæser det*
		Kosmisk zoom
		Energi*
1.g forår	Organisk kemi*	AT2 - Fossiltfrit Djursland
	Blandinger og mængder	Gaslovene*
	Ligevægte*	Bølger*
	Syrer og baser*	
2.g efterår	Repetition	Ellære*
	Redox kemi*	Atomere og kvantefysik*
	Kemishow(*)	Mekanik*
	Opgaveregning	
	Mere organisk kemi samt polymere*	
	Juleforsøg og opgaveregning	
2.g forår	Reaktionshastighed	Tryk og opdrift*
	Syrer og baser II*	Kernefysik*
	Isomerer	Kosmologi
	Repetition	Eksperimentelt projekt*

Figur 2. Den realiserede undervisning i fysik B og kemi B. Stjerner angiver de forløb hvori der har indgået åbne eksperimentelle problemstillinger.

klassen stadig i opstartsfasen af deres naturvidenskabelige undervisning. Den generelle tilgang til de åbne eksperimentelle problemstillinger har derfor været at eleverne forud for de "åbne" forsøg¹ blev undervist i den nødvendige teori og evt. lavede mindre, mere "lukkede" forsøg. Formålet var at klæde eleverne fagligt på til selv at blive i stand til at designe fremgangsmåder til eksperimentelle undersøgelser.

1 Åbne forsøg vil her sige forsøg hvor eleverne selv skulle designe deres fremgangsmåde.

I begge fag er de faglige spørgsmål eller formålet med de åbne forsøg formuleret og gennemgået af læreren. I forbindelse med de åbne forsøg har eleverne forud for forsøgene haft en designsession hvor de i ikke-selvvalgte grupper² skulle samarbejde om at komme frem til en undersøgelsesmetode. Designprocessen blev fulgt op af en præsentation af elevernes bud på fremgangsmåder i plenum hvor der var mulighed for at elever og lærer fik diskuteret svagheder og fejlkilder i forbindelse med de valgte fremgangsmåder. Denne runde tjente to formål, dels at give eleverne formativ feedback på deres designideer, dels at sikre at alle elever ville opleve at de mestrede de ting forsøgene lægger op til.

I takt med at eleverne blev mere og mere trænede udi naturvidenskabelig tankegang og arbejdsmåder, blev der gradvis givet flere og flere frihedsgrader, især i forhold til det skriftlige produkt der typisk fulgte efter det eksperimentelle arbejde. Her var den overordnede form fra starten fastlagt af læreren, men selve indholdet er givet fri. I forbindelse med det skriftlige arbejde anvendtes en stor del omlagt skriftlighed til at eleverne i mindre grupper kunne diskutere hvad der var relevant indhold. Derefter blev der samlet op, og eleverne fik formativ feedback, enten direkte mellem læreren og den enkelte gruppe eller i plenum mellem lærere og elever og indbyrdes mellem eleverne.

Erfaringerne blandt lærerne er at for at opnå et tilfredsstillende forløb er det vigtigt at de åbne eksperimentelle problemstillinger indtænkes som det centrale omdrejningspunkt i forløbene da disse kræver målrettet og tydelig stilladsering af eleverne. Dette bakkes også op af elevudsagn i to skriftlige, anonyme evalueringer omkring arbejdet med de åbne eksperimentelle problemstillinger der blev gennemført i klassen. Den første i december 2014 og den næste i maj 2015. Den første evaluering er altså relativt tidligt i forløbet. Eksempler på elevkommentarer fra denne evaluering er givet i figur 3 sammen med vores opsummeringer af de vigtigste pointer. På daværende tidspunkt var meldingen fra eleverne at lukkede forsøg gav tryghed. Eleverne mente at lukkede forsøg var lettere med mindre risiko for at lave fejl, og at de særligt lettede rapportskrivningen. Dog følte de sig også mere bundne af lukkede forsøg, og de så en fare i at lukkede forsøg ikke i samme grad lagde op til refleksion og dermed også indebar en risiko for mindre fagligt udbytte.

I modsætning hertil mente eleverne at de åbne forsøg tvang dem til mere refleksion, og at det faglige udbytte dermed også blev større. En elev skriver: *“Et forsøg jeg selv har været med til at udtænke, har jeg nemmere ved at huske i længden. Men et mere lukket forsøg er generelt lettere at gå til og derved også mest effektivt ift. tiden.”* Desuden gav

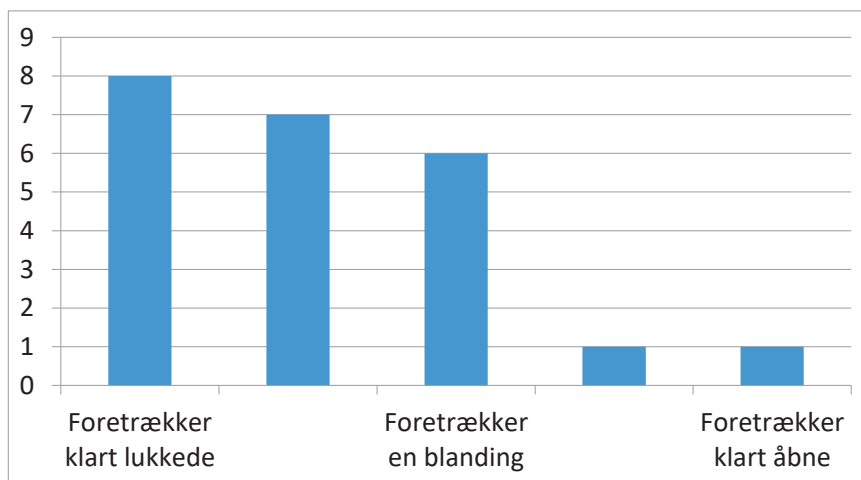
2 Klassen er velfungerende, men stærkt kønsopdelt, og derfor er det generelt en undtagelse at eleverne arbejder i selvvalgte grupper.

	Lukkede øvelsesvejledninger	Åbne øvelsesvejledninger
Fordele	<p>Eksempler:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Man ved hvad der kræves, og hvad man skal gå i gang med. Det er let at gå til, og meget overskueligt. Let at skrive rapport ud fra. – Man kan ikke rigtigt lave fejl, da man får det hele forklaret <p>Sammenfatning: Nemt Svært at lave fejl, ved hvad man skal gøre lettere rapportskrivning (Tryghed)</p>	<p>Eksempler:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Det er nødvendigt at vi selv tænker over det vi laver, og at vi forstår det vi laver – Frihed, forskellighed og skal selv komme med ideer og input – Man er sikker på at ens rapport er formuleret med ens egne ord – Vi lærer nok lidt mere – Nemmere at huske senere <p>Sammenfatning: Mere selvstændig refleksion. Mere frihed. (Større læring.)</p>
Ulemper	<p>Eksempler:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Der er ikke så meget plads til “at tænke selv”. – Nemmere at glemme igen, eller måske forstår man det ikke helt alligevel. – At man ikke selv tænker ud fra opgaven over hvilke formler og lignende der skal bruges <p>Sammenfatning: Tænker ikke så meget selv. Mindre forståelse. Bundet.</p>	<p>Eksempler:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Hvis man ikke forstår det er man totalt “lost” – Man får nok ikke så godt et resultat – Svært at få startet samt forholde sig til det mest væsentlige – Man risikere at lave fejl i opgaven, når man selv skal tænke over det <p>Sammenfatning: Tvivl Sværere at komme i gang. Lettere at lave fejl. (Utryghed)</p>

Figur 3. Eksempler på elevkommentarer, samt en opsummering af pointerne fra elevernes kommentarer.

mange elever udtryk for en faglig tilfredsstillelse ved at have større frihed i forhold til det eksperimentelle arbejde. Denne større frihed gav dog samtidig anledning til en vis frustration og utryghed da mange elever oplevede opstartsfasen som svær og gav udtryk for at de ikke brød sig om at lave fejl. Ligeledes oplevede en del elever at de havde sværere ved at komme i gang med rapportskrivningen derhjemme fordi de manglede en vejledning at støtte sig til. En anden elev skriver: *“Jeg kan lide begge dele, men det kommer an på emnet vi skal arbejde med. Hvis emnet er svært, vil jeg da helst have en lukket vejledning, men hvis emnet er let, vil jeg helst have en åben vejledning.”* Alt i alt var eleverne dog ikke blinde for de åbne forsøgs potentiale, og de gav selv udtryk for at arbejdet med åbne eksperimentelle problemstillinger skal medtænkes som en del af den faglige progression i fagene. En tredje elev opsummerer

det som følger: *“Lukkede i starten. Bevæge sig hen imod den åbne.”* Direkte adspurgte hvad eleverne foretrak, var der dog umiddelbart en del der foretrak lukkede forsøg, omend flertallet af eleverne foretrak en større eller mindre grad af blanding af åbne og lukkede forsøg (se figur 4).



Figur 4. Elevpræferencer i forhold til åbne og lukkede eksperimenter.

På baggrund af den første evaluering og særligt elevernes oplevelse af åbne forsøg som lidt utrygge samt vanskelighederne med den efterfølgende rapportskrivning justeredes lærernes tilgang til de åbne forsøg. Der blev arbejdet på at gøre stilladseringen i forbindelse med åbne forsøg endnu tydeligere. I de senere forløb blev det eksperimentelle arbejde mere centralt i forhold til indlæringen i forløbet idet de blev opbygget omkring arbejdet med et åbent forsøg. Desuden blev der sat ind på at støtte opstarten af rapportskrivning ved at bruge omlagt skriftlighed – og det virker! I evalueringen i maj 2015 gav eleverne udtryk for at de følte sig fagligt klædt på til at gå i gang med åbne forsøg, og de pegede på at opsamlings- eller vidensdelingssessioner undervejs var en relevant hjælp. Ligeledes gav de udtryk for at anvendelsen af omlagt skriftlighed i fagene til skrivning på klassen var en stor hjælp til at komme i gang med rapportskrivningen fordi læreren var en aktiv del af den indledende skriveproces hvor den formative feedback de fik her, hjalp dem på vej.

Erfaringer

Hvis man skal forsøge at opsummere erfaringerne fra dette projekt, har vi oplevet et skift i den måde det eksperimentelle arbejde indgår i undervisningen. Tidligere handlede det eksperimentelle arbejde ofte om i praksis at anvende eller eftervise

ting der var undervist i tidligere i forløbet. Der er nu sket et skift til at tingene læres i forbindelse med det eksperimentelle arbejde, så det eksperimentelle arbejde er blevet en integreret del af undervisningen. Desuden har vi oplevet at eleverne som følge heraf fik et større udbytte af det eksperimentelle arbejde, bl.a. fordi eleverne fik mere ejerskab til det eksperimentelle arbejde. Endvidere oplevede vi en større faglig og metodisk bevidsthed hos eleverne, og at eleverne oplevede en øget synergi mellem fagene og en lettere transfer mellem fagene pga. de linkskabende begreber og den fælles sprogbrug samt de ensartede krav eleverne blev mødt med i forhold til fx udformning og argumentation i det skriftlige arbejde.

Netop i forbindelse med det skriftlige arbejde gav eleverne mundtligt udtryk for at de oplevede en stor sammenhæng imellem fagene. Dette afspejledes også i kvaliteten af det skriftlige arbejde, særligt i forbindelse med studieretningsprojektet, hvor eleverne udviste en stor sikkerhed i hvordan de skulle formidle det naturvidenskabelige stof, behandle resultater, argumentere og konkludere, hvilket i sidste ende også afspejledes i karaktererne.

Holdet kom til eksamen i fysik B. Her indgår der en eksperimentel del hvor eleverne skal udføre forsøgene fra undervisningen. I den forbindelse var der fokus på at få dokumenteret deres eksperimentelle arbejde i form af journaler eller rapporter for at sikre at de havde det tilgængeligt til eksamen. Her blev metodeafsnittet meget vigtigt idet de ikke kunne læse hvordan forsøget skulle udføres, ud fra vejledningen.

Erfaringen fra eksamen var at eleverne var i stand til at udføre forsøgene lige så godt som andre hold der har arbejdet med lukkede problemstillinger. Faktisk virkede det som om arbejdet med åbne eksperimentelle problemstillinger og usikkerheder havde givet eleverne en god ballast til eksamen.

Fokus på fagenes metoder medførte også at vi undervisere selv fik en øget bevidsthed om hvad der foregik i det andet fag uden at det var påkrævet at bruge ekstra tid på forberedelse, og at vi tog den bevidsthed med ind i undervisningen hvor den blev brugt aktivt. Lærerne oplevede desuden at den ekstra tid der gik med at arbejde med åbne eksperimentelle problemstillinger, kunne indhentes igen da vi sparede en del tid i undervisningen ved at trække på metoder fra hinandens fag. Det var fx i forbindelse med det skriftlige arbejde hvor en af lærerne brugte tid på at introducere eleverne til genren naturvidenskabelige rapporter, hvilket den anden lærer derefter ikke behøvede at bruge tid på, men kunne gå direkte til træningen i rapportskrivning da eleverne allerede kendte til denne genre. Ligeledes brugte den ene lærer tid på at undervise eleverne i betydende cifre, hvilket igen sparede den anden lærer tid da man nu kunne gå direkte til at bruge det aktivt i undervisningen. Den lærer der fulgte op og anvendte metoder eller begreber introduceret i det andet fag, kom i sådanne situationer automatisk til at italesætte de ligheder der er mellem fagene, og derved forhåbentlig facilitere en transfer mellem fagene.

Ændret praksis

Har projektet så haft en konstituerende effekt på undervisningen? Dertil er svaret JA!

I skoleåret 2017/18 fik vi mulighed for at få endnu en klasse af samme type som forsøgsklassen og med mange af de samme benspænd som også gjaldt for forsøgsklassen. I denne klasse har vi helt naturligt et større fokus på øget integration af tværfaglige kompetencer som fx et fælles fokus på usikkerheder, fejlkilder og betydende cifre. Samtidig stiller vi i de to fag de samme krav til brugen af betydende cifre samt behandlingen af usikkerheder og fejlkilder.

Vi har ligeledes ændret praksis med hensyn til brugen af det eksperimentelle arbejde i undervisningen. Åbne eksperimentelle problemstillinger trænes i begge fag og indgår som en mere integreret del af læringsprocessen hvor teorien læres igennem arbejdet med at forstå og forklare forsøget, frem for at det eksperimentelle arbejde bliver en eftervisning af teorien. Herved bliver det eksperimentelle arbejde også en mere autentisk del af arbejdet i fagene og afspejler i højere grad fagenes egentlige metoder.

Dette begrænser sig ikke kun til den fælles klasse, men det er en ændret praksis vi også har taget med ud på vores øvrige hold og til en vis grad til vores øvrige fag. Vi må dog også konstatere at ser vi på de øvrige naturvidenskabelige fag, er det sværere at integrere fagene.

Det personlige udbytte for de involverede lærere har altså været stort og har ændret vores tilgang til vores undervisning. Dog har det været svært at udbrede til vores faggrupper, og selvom vi snakker sammen på tværs af faggrupperne, kommer integrationen ikke af sig selv. Dette skyldes bl.a. et manglende kendskab til hvad de øvrige fag laver, og ikke mindst hvordan vi gør. Mange har et overordnet kendskab til hinandens fag. Det kræver imidlertid en mere dybdegående dialog omkring undervisningen og fagenes tilgang at opnå en tilstrækkelig viden om fagenes metoder således at man kan sætte denne viden i spil i undervisningen. Da dagligdagen er presset, bl.a. pga. besparelser, er der mindre tid til netop en sådan dialog og et didaktisk udviklingsarbejde, og det er derfor svært at udbrede erfaringerne til resten af faggrupperne. Desuden har vi inden for fagene mange forskelligartede hold fordelt på tre ungdomsuddannelser, STX, HF og IB, med hver deres særegne hensyn der skal tages. Dette medfører også at integration af fagene ikke altid er mulig. Dog må vi også sige at set i lyset af de nye læreplaner i fagene med skærpede krav til tværfagligt samarbejde og netop besparelser i sektoren ser vi klart det beskrevne projekt som en god tilgang til at styrke samarbejdet og integrationen imellem fagene fysik og kemi.

Referencer

Hurley, Marlene M. (2010). *Reviewing Integrated Science and Mathematics: The Search for Evidence and Definitions From New Perspectives*. School Science and Mathematics. 101. 259-268.