

Innovation som undervisningsmetode i STX-sciencefag

NIELS ERIK WEGGE, Birkerød Gymnasium, HF, IB og Kostskole og JAKOB SCHIØDT, Nærum Gymnasium
KURSUSLEDERE PÅ DASG-KURSET INNOVATION I NATURVIDENSKAB

Denne artikel handler om innovation som undervisningsmetode i de naturvidenskabelige STX-fag Biologi, Biotek, Fysik, Kemi og Naturgeografi. Den handler altså ikke om valgfaget Innovation. Artiklen er heller ikke en håndbog i hvordan ”man gør” – men forhåbentlig får læseren lyst til at komme i gang med finde ud af, hvordan man kan tage innovation ind i scienceundervisningen. Det kan anbefales! Vores erfaring er, at eleverne er gode til innovation. Der kommer spændende ideer frem (som læreren aldrig selv havde fundet på), eleverne får større ejerskab til deres faglighed, og så er det simpelt hen sjovt. Det behøver ovenikøbet ikke tage specielt meget af den dyrebare undervisningstid at gennemføre et innovationsforløb med solid faglighed, og de opstillede faglige læringsmål sikres nemt gennem en afsluttende skriftlig opgave.

Boks 1

I STX-bekendtgørelsens overordnede §1 stk. 4 står der:

”Uddannelsen skal tillige udvikle elevernes kreative og innovative evner og deres kritiske sans”.

Kursus for gymnasielærere om innovation i sciencefagene

Danske Sciencegymnasier (DASG) og DTU har nu to gange afholdt udviklingskurset *Innovation i Naturvidenskab*, og 65 gymnasielærere fra hele landet har deltaget. Kurset udbydes igen næste skoleår. Den faglige ekspertise er forankret hos lektor *Claus Thorp Hansen* og professor *Per Boelskifte* fra DTU-uddannelsen Design og Innovation samt eksterne oplægsholdere. Kursusdeltagerne lærer en række teknikker til systematisk kreativitet og idegenerering, som de bruger til at tilrettelægge undervisningsforløb i deres eget sciencefag og i flerfaglige sammenhænge. Som sædvanlig i DASGs udviklingskurser afprøves forløbene hjemme på skolerne i månederne mellem de

Boks 2

Kursistudsagn fra DASG-kurset Innovation i Naturvidenskab

- *Innovation er ikke farligt. Det kræver kun små justeringer i forhold til ”almindeligt” projektarbejde. Men det kræver en redskabskasse.*
- *Det var nyt for mig, at innovation også kan handle om en organisationsplan eller kampagne eller proces – at det ikke behøver være en teknisk dims.*
- *Det var godt at se, at innovation kan være så systematisk.*
- *Jeg troede, at brainstorm bare var brainstorm. Var ikke klar over, at der er mange slags, og at reglerne er så afgørende.*
- *Jeg har hæftet mig ved, hvor vigtigt det er at undervise alle studenter i innovation – ikke bare ingeniørspirerne.*
- *Alle vores øvelser var kaotiske i starten, og alligevel kom der noget godt ud af det. Så går det nok også godt, når eleverne skal gøre det.*

to kursusgange (november og februar). Eksempler på sådanne forløb kan ses på science-gym.dk/andet/innova.htm.

Innovation – hvad snakker vi om?

Lad os starte med (som mange i STX-verdenen efterhånden gør det) kort og fyndigt at definere ”INNOVATION” ved triaden ”NYT – NYTTIGT – NYTTIGGJORT”. Altså: innovation er, når man finder på en mere eller mindre ny måde at løse en given problemstilling på; en måde som har værdi for andre (er nyttigt), og som realistisk ville kunne lade sig gøre (kan nyttiggøres).

Selvom en innovativ løsning vel i princippet skal færdigudvikles, før den kan siges at være nyttiggjort, kan man sjæl-

dent forvente at eleverne i praksis kan (eller har tid til at) virkeliggøre deres ideer. Men det gør heller ikke noget, at elevernes løsningsforslag kun er anvisninger. Erfaringen (bl.a. fra DASG-kurserne) siger, at eleverne under alle omstændigheder lærer en masse og udvider/styrker deres faglighed i løbet af processen. Og det er vel det, det handler om, når vi bruger innovation som undervisningsmetode.

Det er værd at bemærke, at innovation med ovenstående definition ikke er det samme som at opfinde. Innovation kan sagtens handle om at bruge en kendt dims eller teknik eller proces i en ny sammenhæng. Der er næsten ingen grænser for hvilke faglige problemstillinger, der kan komme et godt innovationsforløb ud af. Det afgørende er, at problemformuleringen er åben: Når det handler om innovation, er der jo netop ikke et på forhånd givet ”rigtigt svar”. Her ligger en udfordring til os alle sammen som lærere. Vi skal turde give slip og lade eleverne gå i retninger, hvor vi ikke selv har gået, og hvor vi ikke er sikre på, at der kan være fagligt forsvarlige løsninger, som passer ind i vores læreplan. Vi skal turde lade eleverne arbejde med spørgsmål, vi ikke selv kender svaret på. Vi kan indbygge faglige benspænd undervejs for at afgrænse ønskværdige fagligheder og spare

Boks 3

Lukket eller åben?

Lukket problemstilling: Beregn hvor meget energi man kan spare på et bad af 10 minutters varighed, hvis man sænker temperaturen fra 45 °C til 39 °C.

Åben problemstilling: Det er et problem, at der bruges meget energi på at opvarme vand til brusebad. Find på mindst to måder, hvorpå omkostningen til dine egne brusebade kan reduceres med 40 %.

eleverne for de mest frugtesløse afveje, og vi kan bruge en opfølgende skriftlig opgave til at justere klassen ind fagligt efter et innovationsforløb, hvor eleverne har været i øst og vest – men vi skal give eleverne lov til at gå væk fra den slagne vej og ind i buskadser, hvor vi ikke selv har været, også selvom vi som fageksperter fornemmer, at der ikke gemmer sig gode løsninger derinde. Dels kunne vi jo tage fejl, dels får eleverne altid noget fagligt ud af at kravle rundt i et fagligt buskads.

Hvordan kommer man i gang med innovation i sin klasse?

Ligesom man ikke kan forvente, at ens elever kan lave godt gruppearbejde om et fagligt emne uden i forvejen at have lært, hvordan man laver godt gruppearbejde, så kan man heller ikke bede elever arbejde innovativt uden de i forvejen har lært og trænet metoder til innovation. Der findes mange forskellige modeller/systemer ude på innovationsmarkedet, men blandt de mange kompetencer, der indgår i et fuldt udfoldet innovationsforløb, er det vores vurdering, at man i en innovations-startpakke skal fokusere på den allervigtigste: Kunsten hurtigt at generere et væld af ideer. Denne såkaldte åbnefase (Fig. 1) er altafgørende, og den kræver, at både elever og lærere lærer en række teknikker. Man skal forhindre, at en enkelt elevs umiddelbare yndlingside med det samme bliver ideen for gruppens løsningsforslag. Måske ligger der uopdagede ideer inde i buskadset, som kunne graves op og udvikles til at blive bedre end den umiddelbare ide? ”Kill your darlings”, siger man jo – men man kan også nøjes med varsomt at parkere eventuelle darlings ovre i hjørnet, mens man opsøger 50 andre ideer. Så viser det sig måske, at en af de nye ideer havde større potentiale, eller måske får man ideer til en videreudvikling af den umiddelbare darling, så den bliver bedre. Halvtreds ideer kan lyde tidkrævende, men med passende brainstorm-teknikker kan man på ganske få minutter generere dusinvis af ideer.



En progressionsmodel for indføring af innovation i en gymnasieklasse

Da det er ambitiøst at lære fundamentalt nye arbejdsmetoder samtidigt med, at man lærer ny faglighed, er det vores innovationspædagogiske credo, at innovation som metode i STX-undervisningen skal gennemføres i tre trin: LÆRE-ØVE-BRUGE.

Trin 1: Innovationsmetoder læres fra bunden i en lettilgængelig problemstilling med minimal faglighed, eller hvor elevernes faglighed allerede er konsolideret (”rygmarvsfaglighed”). Det kunne fx være ”Det er et problem, at eleverne på gymnasiet rører sig så lidt i løbet af skoledagen – hvad kan der gøres ved det?” eller ”Det er et problem, at kantinen flyder med madaffald efter hvert frikvarter – hvad kan skolen gøre ved det?”. Den valgte problemstilling bruges til at lære metoder til at være kreativ på kommando, til at genere massevis af ideer, til at holde ideerne i live og videreudvikle dem, til ikke at sige nej til andres ideer (svært!), til systematisk variation af ideerne, til at skabe overblik over ideerne og vælge blandt dem, og til endelig at videreudvikle en udvalgt ide. Man følger altså åbne-lukkemodellen i Fig. 1. Den Kreative Platform fra Aalborg Universitet har en lang række metoder til dette indledende trin.

Trin 2: Innovation øves på en relativt simpel enkeltfaglig problemstilling. Alle gymnasiefag kan vel bruges, men vi mener, at sciencefagene er særligt velegnede! Læreren kan starte med at etablere den minimalt nødvendige faglige forforståelse for problemstillingen – måske er det ny faglighed, som innovationsforløbet skal underbygge, men der kan også være tale om repetition af tidligere indført faglighed. Eleverne starter med at finde på mange innovative løsningsfor-

Figur 1

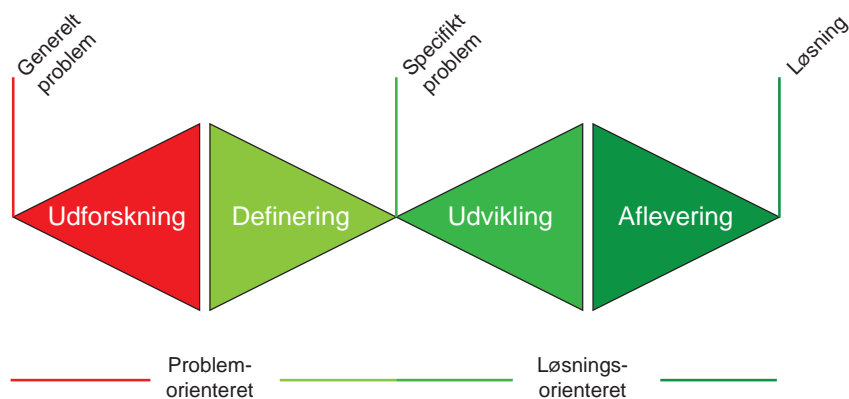
Den gængse åbne/lukke-model for innovationsprocesser. I åbnefasen genereres et væld af ideer uden skelen til deres værdi eller anvendelighed eller realiserbarhed. I overblikfasen analyserer og kategoriserer man ideerne, så man i lukkefasen kan udvælge og videreudvikle en enkelt blandt de mange ideer.

slag ved at bruge metoderne fra Trin 1, skaber dernæst overblik over dem og udvælger så én, som videreudvikles og stolt præsenteres for klassen/forældrene/ rektor/kommunalbestyrelsen eller andre interessenter. I et mere ambitiøst forløb kunne man udbygge Fig. 1 til dobbeltdiamanten i Fig. 2; altså tilføje en udforskning og præcisering af hvad problemet egentlig er, før man begynder at udsøge løsninger. Efterbehandling: En skriftlig opgave sikrer, at forløbets faglige læringsmål bliver opfyldt for alle elever trods deres forskellige veje gennem forløbet. Eksempler på enkeltfaglige problemstillinger til Trin 2 ses i Boks 4.

Trin 3: Innovation bruges i flerfaglig sammenhæng. Her kan man lave god, gammeldags tværfaglighed eller et forløb i STX-faget Almen Studieforbereelse, blot man som nævnt sørger for en tilstrækkeligt åben problemstilling. Eleverne bruger (med lethed!) de trænedes innovationsteknikker fra Trin 2 og kan nu fokusere helt på de indgående fagligheder. En konkret udfoldning af Trin 1 og 2 i ovenstående progressionsmodel er nærmere beskrevet i artiklen *Innovation som undervisningsmetode i STX-fysik* i Niels Bohr Institutets blad KVANT (nr. 1, marts 2016). Her præsenteres et kondenseret undervisningsforløb på to halve skoledage, hvor en fysikklasse på B-niveau først lærte nogle grundlæggende idegenereringsmetoder og dernæst benyttede disse til at komme med innovative løs-

Figur 2

Dobbeltdiamanten: der åbnes og lukkes mere end én gang. Første runde udforsker alle aspekter af den givne, åbne problemstilling, hvorefter et konkret problem kan formuleres. Anden runde handler om at finde på en løsning til dette problem. Figuren er Per Boelskiftes.



Boks 4

Enkeltfaglige problemstillinger til øvelse af innovationsteknikker

Biologi: Det er et problem, at mange ældre bevæger sig for lidt i dagligdagen. Find på et innovativt løsningsforslag til dette problem for de ældre på det lokale plejehjem.

Fysik: USA, Rusland og Kina har seriøse planer om at bygge en "landsby" tæt på Månens sydpol, jf. en nylig artikel i *New Scientist*. Find på et innovativt forslag til hvordan en sådan "landsby" kunne indrettes. I skal inddrage mindst tre af følgende faglige begreber: Tyngdeacceleration, atmosfæretryk, temperatur, kosmisk stråling, energiforsyning, vandforsyning.

Kemi: Det er et problem, at holdbarheden af indholdet i en vakuumpakning reduceres betydeligt, så snart emballagen er anbrudt. Find på et innovativt løsningsforslag til dette problem. I skal inddrage relevante dele af kemien.

Naturgeografi: Det er et problem at nedbørsforholdene i Danmark ændrer sig i disse år. Find på et innovativt løsningsforslag til hvordan din kommune kan være forberedt på ændringerne.

ninger på en problemstilling inden for varmelære. Eleverne (og læreren) vurderede bagefter, at der havde været et substantielt fysikfagligt udbytte af forløbet – ikke på trods af innovationselementet, men netop på grund af det.

Hvordan evaluerer vi et innovationsforløb?

Når klassen har fået en vis rutine i innovative processer (trin 1 og trin 2 i progressionsmodellen ovenfor), vil det være en god ide at stille krav til grupperne om at dokumentere processen frem mod løsningsforslaget. Det kan gøres meget nemt ved simpelthen at fotografere de skriftlige mellemstationer, som den strukturerede innovationsproces har bestået af.

Det kunne være:

- væggen fuld af ideer på post-its ("så mange ideer startede vi med at generere!").
- de interviews gruppen har lavet med problemets interessenter for at afdæk-

ke hvad problemet egentlig bestod af.

- de morfologiskemaer der blev benyttet til at skabe systematisk variation af løsningen ("sådan strukturerede vi delkomponenterne og satte dem sammen på nye måder").
- gruppen der er ude på walk-and-talk.
- gruppen med de Bonos tænkehatter på, osv.

På den måde bliver det synligt både for gruppen selv og for læreren, om turen mod løsningen har fulgt den brede, sikre vej, som mange andre har gået før – eller om det var en tur ud i sump og buskads. Det kan efterfølgende være med til at sætte selve løsningen i perspektiv: Måske lavede gruppen et stort, velbygget slot, lige til at flytte ind i (men efter en tur ad den brede vej); måske blev det kun til en skæv og vakkelvorn carport (men efter en tur i det ufremkommelige buskads). Slottet giver måske umiddelbart en bedre løsning, mens carporten muligvis kan vidne om bedre innovation.

Figur 3

En gymnasieklasse øver sig i at fejre sine fejl: "YES, vi har lavet en fejl!" råber de. Elever elsker jo at finde "det rigtige" svar på en given opgave. De kan derfor have svært ved at kaste sig ud i en innovationsproces, hvor der ikke kan tales om rigtige og forkerte svar. Hvis man er bange for at begå fejl, undgår man helst at foreslå skæve ideer, som man ikke umiddelbart kan overskue om vil kunne udvikles til noget nyttigt.

