

Snyd med opgaver: Kan man camouflere kedelig naturvidenskab som sjov og ballade?

Af Martin Frøhling Jensen, Næstved Gymnasium & HF

Bag den lettere kryptiske overskrift gemmer sig egentlig bare idéen om, at ting går meget nemmere, hvis det er sjovt, mens man laver dem. Kan man "snyde" eleverne til at arbejde fagligt ved at ændre konteksten? Artiklen vil give nogle eksempler på, hvordan jeg i min daglige undervisning prøver at finde de skæve vinkler, det mærkelige eksempel eller måske ligefrem det direkte borderline crazy scenarier på opgaver og forsøg. Det drejer sig ikke om at spille pauseklovn, men hvis man kan lave en sjov opgave og en kedelig opgave, der handler om det samme, så vil de fleste foretrække den sjove.

Naturvidenskab er kedeligt – man hører det igen og igen. Det er en åbenlys usandhed – det ved alle KVANT's læsere, men man kan sagtens forestille sig en situation, hvor formidlingen af naturvidenskab kan blive kedeligt. Jeg kan mindes flere gange, hvor jeg har siddet på universitetet [1] og kæmpet med at holde mig vågen i auditoriet – også selvom det var guldkorn såsom Cauchys integralformel eller vektorpotentialets retardation, der var på programmet.

Hvis man bare er lidt opdateret inden for skriverier i dagspressen om uddannelse generelt, vil man vide, at det står umanerligt skidt til med ungdommen. De unge er stressede-, ufokuserede og 100% afhængige af konstante digitale stimuli. Men sådan har det jo været siden de gamle grækeres tid, på nær, det sidste udsagn, så intet nyt under solen.

Jeg tror *personligt* ikke, at ungdommen i 2017 er spor anderledes end for 20 eller 40 år siden, og denne betragtning er helt uden videnskabelig forankring og kan sikkert anfægtes på en række punkter, men der er ingen tvivl om, at der er flere "interessenter", som kæmper om de studerendes opmærksomhed i undervisningen i dag end tidligere. Det stiller nok også lidt større krav til underviseren om at konkurrere med de øvrige kilder til underholdning: sociale medier, online spil og meget andet godt fra cyberspace. Med andre ord: hvis undervisningen er for kedelig, så kan de studerende i dag meget nemmere tjekke ud og foretage sig noget mere spændende, så man har fået noget konkurrence som underviser. Men konkurrence skulle jo være så sundt for samfundet, så det slipper vi nok ikke for.

Den funky opgave

Jeg mindes specifikt en opgave, jeg regnede i mekanik på universitetet [1]. Den handlede om en mand, som hoppede ned fra 2 meters højde og landede med strakte ben – man skulle finde ud af, hvad der ville ske med mandens ben. Løsningen var, at mandens ben ikke havde det så godt efterfølgende. Kraftpåvirkningen oversteg knoglernes yield-styrke. Man kunne have stillet denne opgave på 100 andre måder, men dét at en mand hopper ned fra en stige og lander på strakte ben, er så himmelråbende dumt, at jeg sad og smågrinede, mens jeg løste den. Lad mig lige stille opgaven igen: "En stålwire har en diameter på 7 millimeter, stål har

en yield strength på XX GPa. Bestem den maksimale kraft, wiren kan påvirkes af..." Gab! Samme opgave, samme matematik, kun konteksten er forskellig – men det mentale billede af et fjols, som brækker sine ben, fordi han opfører sig umanerligt dumt, mangler i den sidste.

Dette er noget, som jeg meget bevidst arbejder med i undervisningen. Lad mig med det samme slå fast, at jeg ikke er en slags magisk lærer, som har flere klokketimer pr. døgn end andre, så nej, jeg laver ikke alle mine opgaver selv, og er afhængig af opgaver i lærebøger ligesom alle andre. Men jeg spæder til med *funky* opgaver så meget, som det kan lade sig gøre.

Definition. Ved en *funky* opgave forstås en opgave, som er beregnet på, at læseren af opgaven tænker: "hvad sker der lige for opgavestilleren – det er mystisk/bizart/dumt, det her"

Et eksempel på en *funky* opgave kunne være:

Farmer Jørgen har flamingoer og pandaer. Han slagter 15 dyr i alt, og kan stort overrække lensgreven 46 dyrefødder. Hvor mange slagtede han af hver?

Hvorfor dølen skulle man slagte pandaer for at tage deres fødder? Jeg ved det ikke, men det kræver i hvert fald, at man løser to ligninger med to ubekendte.

En anden *funky* opgavetype, som mine elever ofte stifter bekendtskab med, er af typen "orker og smølfer". Typisk er smølfebyen under angreb af orker, som vil spise dem. Opgavetypen virker godt, når det drejer sig om vækst af den ene eller den anden art og vækstrater (differentialregning). Smølferne kan også bruges til lidt statistisk test:

Når smølfer formerer sig, er chancen for, at det bliver en pigesmølf kun 1%. I en smølfeby med 1000 indbyggere er der 20 pigesmølfer. Undersøg på 5% signifikansniveau, om nogle af pigesmølferne må antages at være transseksuelle drengesmølfer.

Fysikopgaver og størrelsesordner

I fysikundervisningen overraskes man til stadighed af nogle elevers totale mangel på talforståelse. Jeg stillede engang en opgave, som omhandlede opvarmningen af en sø. Den var halvkugleformet og havde en diameter på nogle kilometer, så den var til at regne på (der findes faktisk en sådan sø – man skal bare gå uendeligt langt

ligeud for at komme til den). Man skulle først beregne vandets volumen, og jeg fik svar, der gik fra et par liter til mange hundrede kubikmeter. Mange elever kan ikke give deres resultat et reality-tjek for at se, om de er i den rigtige *ballpark*, men stoler blindt på computerens udregning. For at imødegå dette, udsættes mine elever jævnligt for opgaver, hvor de undervejs skal gøre sig mange antagelser for at løse opgaven. Her er fysikken ikke nødvendigvis central, men størrelsesordenne er.

Jeg har fanget mig en myg

*“Jeg har fanget mig en myg, smeltet fedtet af den
Tønden den er stor og tyk, fyldt med fedtet fra den”*

Sådan lyder en gammelt børnesang. Opgaven går ud på at vurdere:

- Hvor mange myg skal der bruges for at fylde en tønde med myggefedt, og
- Hvor meget energi skal der bruges for at smelte dette fedt af myggene

Svaret på opgave a) er i omegnen af 200 mio myg. Når eleverne første gang møder denne opgavetype, er de meget usikre – de har aldrig prøvet denne disciplin før. At skulle lave en masse antagelser, som er velbegrundede, og regne uden et rigtigt facit til sidst. Det er som at være helt uden sikkerhedsnet, og de første gange er det frygteligt frustrerende for eleverne. Men det er også en overraskelse for dem, når alle svarene rammer de ca. 200 mio. myg indenfor en faktor 10, hvis ellers antagelserne er rimelige. Mange af denne type opgaver handler om superskurke, som vil bygge dommedagsvåben. Når eleverne har vænnet sig til opgaverne og måden at tænke på, så sker det jævnligt, at man oplever spill-overs til de mere almindelige opgaver: til en terminsprøve havde en elev lavet en fejl, så svaret blev alt for lille. Eleven kunne ikke finde fejlen, men kommenterede sit svar med, at det var forkert størrelsesorden, så der var en fejl i opgaven, som vedkommende ikke kunne finde. Det er god fysik!

Eksempler med elever

“En doven elev ...” er en vending, som oftest starter opgaverne. Det er en glimrende måde at fange interessen på, hvis eksemplet eller opgaven handler om eleverne selv. Ikke navngivne, naturligvis, men blot en elev. Justér selv, så det er *“en træls 3.g’er”* eller *“en lille 1.g’er”* til henholdsvis 1. og 3.g’ere – konceptet er, at konteksten bliver relevant for eleven. Også selvom fortsættelsen bliver bizar i stil med *“... står på taget af gymnasiet. Han skammer sig over den elendige fysikaflevering, han fik lavet, og vil kaste sig selv i døden. Taget er 13 meter højt – hvor hurtigt rammer den doven elev jorden? Vurdér hvad accelerationen bliver i kollisionen med jorden”*. Opgaven er straks mere fængende, end hvis *“et legeme”* falder frit. Man kan naturligvis også bruge mere jordnære eksempler som f.eks. en elev, der vil spare op til den sygeste øse, og er nødt til at bruge renteformlen for at finde ud af antal terminer.

Er der ikke problemer med saglighed og anstændighed?

Når man laver opgaver og eksempler, som involverer mærkelige tankeeksperimenter og elever, som kommer til skade, kan man godt overveje, om man overskrider nogle grænser i processen. Jeg oplever normalt ikke problemer desangående. Eleverne er jo næsten voksne, og de har ikke problemer med at skelne mellem, hvad der er sjov, og hvad der er alvor. Men det er klart, at der er nogle ting, man ikke skal joke med – det er jo ikke anderledes end i almindelig kommunikation mellem mennesker.

Mht. om fagligheden bliver udvandet, så er kernen jo hele tiden den samme fysik eller matematik. Som eksemplet fra min egen mekanikundervisning, er det kun konteksten der er skiftet. Men det er selvfølgelig vigtigt at man også regner “normale” opgaver, så det hele ikke bliver sjov – der skal stadig være styr på elektrons bane i magnetfelter. Så selvom massespektrometre måske ikke er så sjove at regne på som railguns og deflektorskjolde, så er de traditionelle eksempler stadig vigtige – ikke mindst fordi skriftlige eksamensopgaver aldrig er funky.

Forsøg med anderledes vinkler

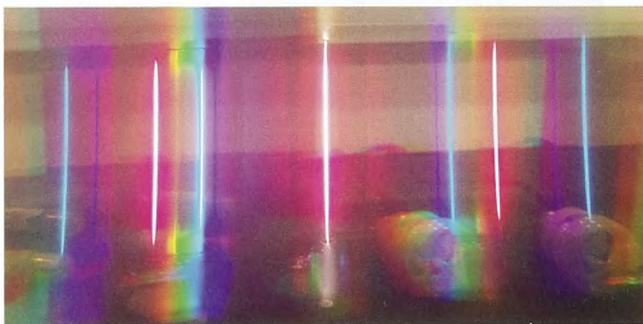
Tankegangen kan også bruges i forbindelse med fysikforsøg. Der findes uendeligt mange standardforsøg, som vi fysiklærere udsætter vores stakkels elever for. Nogle af dem er vanskelige at gøre noget ved, men mange af dem kan vinkles, så de bliver sjovere. Det er MEGET kedeligt at varme vand, når man skal have varmelære; men hvis man brænder ting af for at varme vandet er det sjovere – ild er altid sjovt.

Et standardforsøg, man laver, er måling af terminalhastigheden med muffinforme. Forsøget bruges til at undersøge, om luftmodstanden afhænger kvadratisk af farten. Dette forsøg er jo fint nok, men hvis man udbygger det med den præmis, at man skal bruge muffinforme-forsøget til at designe en faldskærm, som gør, at en Barbiedukke lander sikkert efter et fald, så er der straks lidt mere på spil. Forsøget afsluttes naturligvis med, at grupperne kaster Barbiedukker+faldskærme ud. Dem, der har regnet rigtigt, kan glæde sig over, at Barbie overlever, mens de grupper, som har misset en pointe undervejs, enten får designet en faldskærm, som er meget overdimensioneret (én gruppe kom frem til et areal på 5 kvadratmeter, hvilket er en del for meget og ret upraktisk at klippe ud af plastfolie), eller også lider Barbie en lidet ærefuld død mod aulaens hårde linoleum, når skærmen er for lille. Elevernes mobiltelefoner bliver brugt flittigt til at dokumentere Barbies dødsforagtende stunts! Se figur 1.



Figur 1: Forsøg med Barbie i faldskærm.

Legomænd er en anden rekvisit, som er populær i forsøg – det giver noget, at en lille person er involveret i fysikken. Legomænd, kollisioner og et højhastighedskamera er en glimrende kombination. Sådanne forsøg passer naturligvis bedst i mekanik. Det er sværere at lave forsøg med brints linjespektrum og Barbie. Jeg har i hvert fald ikke umiddelbart en idé til den vinkel – men man kan umiddelbart tage billeder af et udladningsrør med mobilen, idet man holder et gitter op foran telefonens kamera – se figur 2. Man kan kombinere det med en tavlelineal i samme afstand som udladningsrøret, så kan man direkte regne sig frem til bølgelængden af linjerne.



Figur 2: Billede af et brintudladningsrør taget gennem et gitter med en telefon. Man kan tydeligt se de tre synlige linjer i 1. orden. En kvantitativ undersøgelse kunne laves, hvis man havde en lineal med i billedet.

Didaktik, pædagogik og andre svære ord

Som gymnasielærer skal man igennem det, der kaldes pædagogikum. Det er en kort efteruddannelse, hvor man introduceres til pædagogiske teoretikere og følges med erfarne undervisere for at lære nogle forretningsfif.

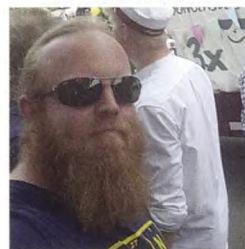
Som naturvidenskabelig var det teoretiske pædagogikum noget af en mundfuld og sagt i al fortrolighed, synes jeg ikke, at det var ret nyttigt for mit vedkommende. Det var derimod tankegangen om at en lærer bør være en "reflekterende praktiker". Det er faktisk det, man er uddannet til som naturvidenskabelig kandidat: Gør noget, se om det virker – ellers gør noget andet.

Det betyder også, at min måde at arbejde på ikke er funderet i nogen speciel pædagogisk teori eller fremgangsmåde. Den er meget betinget af, hvem jeg er som person, og hvad der opleves at klikke med eleverne. Derfor vil jeg heller ikke på nogen måde hævde, at min måde at undervise på er særlig unik, eller at den er et eksempel til efterfølgelse. Der er med sikkerhed masser af andre undervisere derude, på alle niveauer, som fanger elevernes interesse med alle mulige tricks, som de har opdaget, virker. Jeg tror dog (og det er nok i pædagogisk kontekst – synsninger er helt fine hér), at det med at skifte konteksten er en glimrende måde at skabe noget interesse omkring et givent emne. Tilsæt dernæst en portion humor – og det gør ikke noget, at den er sort eller Python'sk. Men frem for alt tror jeg, at hemmeligheden er den faglige begejstring. Jeg lykkes (til tider) som formidler af fysik, og endda nogle gange som formidler af matematik, fordi jeg synes, fysik er fedt. Jeg morer mig, når jeg finder på et skævt eksempel, og når et bungeejump med en Barbiedukke går godt (eller galt). Kombinationen af faglig begejstring og skæve ting og sager lader til at være populært blandt målgruppen.

Men hvad så med de elever, der er ligeglade? Jeg tror bestemt at alle undervisere kender den hårde kerne, som køber præmissen med, at naturvidenskab er kedeligt og sidder med krydsede arme og gør netop det: keder sig. De er ikke nemme at nå, uanset hvor mange orker og smølfer, der spiser hinanden. Det korte svar er: "Jeg ved det ikke" – hvis en læser har løsningen, må de meget gerne offentliggøre den i næste nummer af KVANT. Men bare fordi nogle få vælger at være bænkevarmere, så skal det jo ikke stoppe resten i at have en fest.

Referencer

1. D. Kleppner, R. Kolenkow, *An introduction to mechanics* (McGraw-Hill, 1978), s. 132–133.



Martin Frøhling Jensen er cand.scient i fysik fra Århus Universitet, og ph.d. (teknisk fysik) fra DTU. Efter en årrække med industriel F&U indenfor kortpulset laserbearbejdning, er han nu lektor i matematik og fysik på Næstved Gymnasium & HF. Han modtog i november 2016 H.C. Ørsteds medaljen af bronze for naturvidenskabsformidling i gymnasiet.