

# At kunne eller ikke at kunne

- det er måske spørgsmålet!

## Undervisning

År efter år er der fokus på de unges valg - eller fravalg - af naturvidenskabelige studier. Vi har talt med forskningslektor Kirsten Paludan, som har interviewet en række gymnasieelver om deres syn på naturvidenskab. Hun mener, at rekrutteringsproblemerne meget vel kan skyldes, at kun en mindre del af befolkningen er i stand til at tænke abstrakt om naturvidenskab.

Der er givet mange mere eller mindre kvalificerede forklaringer på, hvorfor der de sidste år har været en tendens til, at unge mennesker fravælger de naturvidenskabelige og tekniske fag. Det er ofte blevet hævdet, at unge mennesker i dag opfatter naturvidenskaberne som hårde, kolde, teknologifiksede fag, som skaber flere problemer end de løser. "Men sådanne synspunkter er ofte mere et udtryk for de voksnes fordomme end for virkeligheden" siger Kirsten Paludan, som er forskningslektor ved Aarhus Universitet og tilknyttet Center for Naturfagernes didaktik. Hun har forsøgt at undgå at bidrage til yderligere mytedannelser ved at spørge de unge selv.

### Naturvidenskab er kedeligt

Kirsten Paludan interviewede derfor i 1998 en række gymnasieelver på tre forskellige gymnasier for at høre deres

mening om naturvidenskab. Og havde hun på forhånd forventet en udbredt skepsis overfor naturvidenskab blandt de unge, blev hun ikke skuffet! Men den udbredte negative holdning hang imidlertid ikke sammen med forestillinger om, at naturvidenskaberne bidrager til verdens undergang – det blev faktisk ikke nævnt med et eneste ord. Nej naturvidenskab – og her refererede eleverne primært til matematik og fysik – er kort og godt kedeligt! Dette var de fleste elever faktisk enige om, men deres begrundelser herfor, delte dem op i to klart adskilte grupper. Den ene gruppe fandt naturvidenskab kedeligt, fordi det var for svært. Det var med andre ord for indviklet og abstrakt og havde ikke noget med hverdagen at gøre. Den anden gruppe fandt i modsætning hertil naturvidenskab for basalt; undervisningen cykler for længe rundt i begyndelsesgrunde og når aldrig at

komme derhen, hvor man får sat perspektiv på tingene samt overblik og sammenhæng.

### Ikke et spørgsmål om intelligens

At denne tendens med to klart adskilte og utilfredse grupper ikke blot var en tilfældighed har Kirsten Paludan siden fået bekræftet via samtaler med mange gymnasielærere, som har gjort de samme observationer, uden at kunne give nogen forklaring på fænomenet. For det handler tilsyneladende ikke bare om, at der i en gymnasieklasse altid vil være elever, der er mere eller mindre intelligente i traditionel forstand. Havde det udelukkende været et spørgsmål om forskel i intelligens, burde man forvente en jævn spredning i klasserne og dermed en "klokkekurve" (normalfordeling) med en stor tilfreds midtergruppe og så relativt små utilfredse grupper på hver side.

### Tænkningens stadier

Kirsten Paludan mener, at forklaringen nærmere skal findes i nogle teorier om børns udvikling af "tænkeværktøjer", som delvis baseres på den schweiziske psykolog Jean Piagets arbejder. Piagets teori var, at tænkeværktøjernes udvikling forløber i biologisk bestemte stadier, som altid følger i den samme kronologiske orden. Han bestemte på den baggrund fire forskellige stadier i udviklingen (se også boks). De to sidste faser er de interessante set fra et uddannelsesmæssigt synspunkt, idet disse falder, når børnene har nået skolealderen. Det drejer sig om fase 3 – den "Konkret-operationelle" fase (ca. 6-12 år), hvor børnene begynder at tænke logisk om konkret foreliggende materiale, og der-



Foto: C.R. Kjaer

Kirsten Paludan

Af Carsten R. Kjaer

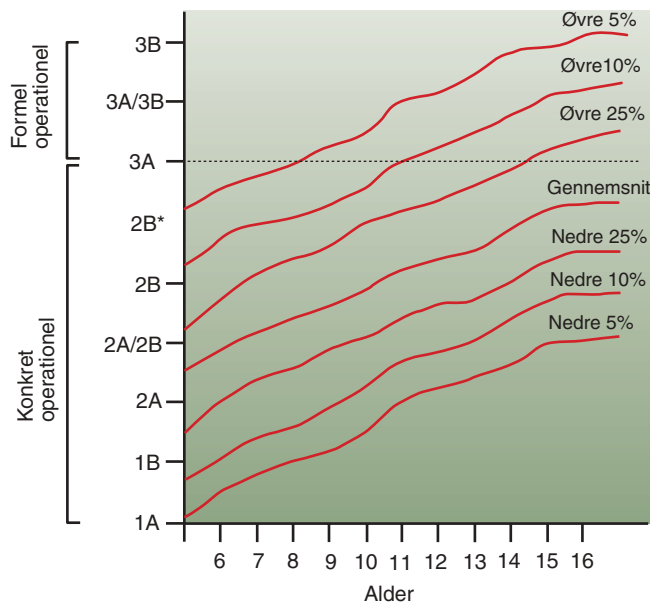
med er motiverede for viden-sindsamling, og om fase 4 – den "Formelt-operationelle" fase (fra ca. 12 år) – hvor børnene begynder at kunne tænke hypotetisk, deduktivt og abstrakt.

De opgaver, som Piaget brugte til at definere de forskellige stadier, var næsten alle sammen af mere eller mindre naturvidenskabelig art og handlede f.eks. om vægtstænger, penduler og tings evne til at flyde på vand (se også boks). Således fortæller Piagets stadier primært noget om evnen til tænkning inden for områderne fysik, matematik, kemi og biologi, og Kirsten Paludan mener, at Piagets teorier stadig er relevante inden for disse områder, selvom de nu anses for forældede som generel udviklings-teori.

### 70% kan ikke tænke "naturvidenskabeligt"

I følge Piaget gennemløber alle normale mennesker dette "program" for tænkningen, og således giver det ikke som sådan nogen forklaring på den todelte holdning til naturvidenskab hos gymnasieeleverne.

I perioden 1974-80 lavede de engelske naturfaglærere Shayer og Adey imidlertid en stor undersøgelse af 15.000 engelske skolebørn i alderen fra 6-16 år, som blev stillet Piaget-opgaver. Og denne undersøgelse viste, at kun 30% af de 16 årige faldt i det såkaldte formelt-operationelle stadium (se



figur). Med andre ord var kun 30% af skolebørnene istand til at tænke abstrakt på det naturvidenskabelige område, og kun omkring 5-10% havde nået et fuldt udviklet stadium af denne fase. Analyserer man kurvernes forløb er det tydeligt, at alle kurver flader ud, når børnene er blevet 16 år. Groft sagt kan man sige, at kan man ikke tænke formelt-operationelt som 16 årig, kommer man sandsynligvis aldrig til at kunne det.

### En forklaring på den todelte holdning

Tager man de engelske resultater for pålydende og overfører dem til danske forhold, giver det altså en forklaring på den udprægede todeling i gymnasieelevernes holdning til naturvidenskab. I hver klasse vil der

simpelthen være en gruppe konkret-tænkende og en gruppe formelt-tænkende – de konkret-tænkende finder undervisningen i naturvidenskab for svært og de formelt-tænkende finder det for basalt.

Læreren står i den vanskelige situation, at forsøger han at ramme begge grupper stiller han sig i realiteten mellem to stole – til begge gruppers utilfredshed. "For i virkeligheden kræver de to grupper principielt forskellige undervisningsmetoder for at få optimalt udbytte af undervisningen", siger Kirsten Paludan.

Som det er i øjeblikket er den uheldige konsekvens, at mange af de potentielle studerende på de videregående teknisk-naturvidenskabelige uddannelser (de formelt-tænkende) mister interessen, da de ikke får udnyttet deres evner.

### Et stigende problem med flere i klassen

Kirsten Paludan har ikke svaret på, hvad man kan eller bør gøre for at imødegå problemet. Hvis klassestørrelserne var væsentligt mindre kunne man tænke sig en undervisning, som var mere orienteret mod den enkeltes behov, men udviklingen går for tiden i den stik modsatte retning med flere og flere elever i klasserne.

Kirsten Paludan mener dog, at det i første omgang er nødvendigt at se realiteterne i øjnene. Igennem de sidste 20 år

Kurve fra Shayer og Adeys undersøgelse, som viser udviklingen i "tænkværktøjer" som funktion af alder – i dette tilfælde for drenge. I Shayer og Adeys undersøgelser er Piagets oprindelige inddeling i den "Konkret operationelle" og "Formel operationelle" fase opdelt i finere stadier angivet fra 1A til 3B. Stadierne 3A-3B udgør tilsammen den Formelt operationelle fase, og det fremgår af kurverne, at gennemsnittet ikke vil nå over grænsen – det vil kun omkring 30%.

har det i skolesystemet været god latin, at alle mennesker i princippet har de samme muligheder. Nu, hvor op imod halvdelen af en ungdomsårgang går gennem gymnasiet, bliver det mere og mere nødvendigt at acceptere, at der rent faktisk er forskel på folk. "For realiteterne er, at mens der før i tiden formodentlig kun var meget få gymnasieelever, der ikke kunne tænke abstrakt om naturvidenskab, sidder der i dag mange elever i gymnasierne, som inden for dette område er bundet til den konkrete tankegang", siger Kirsten Paludan. Hun understreger dog samtidig, at det ville være lykkeligt om man kunne komme til denne erkendelse uden at lægge en kvalitativ vurdering ind i det – altså at undgå at tale om gode og dårlige elever. For der er, som før nævnt, ikke tale om større eller mindre intelligens i traditionel forstand, men om to principielt forskellige måder at tænke på. Derfor kan mange elever, som ikke kan tænke naturvidenskabeligt-abstrakt, udmærket tænke abstrakt på andre områder; f.eks. det sproglige.

### Hvad med Folkeskolen?

Men undervisningsproblemerne begrænser sig selvfølgelig ikke kun til gymnasiet. Fra begge grupper af gymnasieeleverne lød den samme dom: De havde for lidt ballast med fra folkeskolen. Eleverne havde ikke fået fodret deres videnbegærlighed i folkeskolen, hvor sociale færdigheder er blevet prioriteret højere. Denne problemstilling er allerede blevet

## Tænkningens faser

Den schweiziske naturforsker og psykolog Jean Piaget (1896-1980) blev fra barneårene betegnet som et vidunderbarn, og han startede også sin videnskabelige karriere meget tidligt. Piaget interesserede sig for biologisk tilpasning, og han begyndte på et tids-

punkt at studere menneskets måde at tænke på med udgangspunkt i biologisk tilpasning. Han er kendt for sine teorier om, at udviklingen af tænkværktøjer (den kognitive og intellektuelle udvikling) forløber i biologisk bestemte stadier, som er anført nedenfor.

#### Fase

1. Sensomotorisk (0-2 år)
2. Præoperationel (2-6 år)
3. Konkret operationelt (6-12år)
4. Formelt operationelt (fra 12 år)

#### Tænkning

- "Tænker med kroppen"
- Begynder at undersøge ting, men ikke logisk. Læring ved leg
- Logisk tænkning, men kun om konkret foreliggende materiale
- Logisk tænkning om abstrakte begreber.

beskrevet af den amerikanske kognitionsforsker Howard Gardner, som har anklaget det amerikanske skolesystem for at vende indlæringsrækkefølgen på hovedet i forhold til den naturlige udvikling. Således tilbydes børnene personlig og social udvikling, hvor de er motiverede for videnskabelige facts, og dernæst detaljerede facts i en alder, når de er indstillet på personlig og social udvikling – eller for de mere modnes vedkommende – på overblik og syntese.

Denne problemstilling ligner meget situationen i det danske skolesystem, og den kedelige konsekvens er ifølge Kirsten Paludan, at nutidens børn ikke får grundlagt et lager af viden og sympati for naturvidenskaben, som kan trækkes på, når den meget personfikserede ungdomsfase er overstået.

### Hvad kan der gøres?

Fra Kirsten Paludans synspunkt går vejen ud af problemerne ikke gennem reklame- eller skræmmekampagner for at tiltrække flere unge mennesker til de naturvidenskabelige og tekniske studier, men i stedet over en uddannelsesmæssig afklaring. Der skal findes undervisningsmetoder, der tilgodeser de meget forskellige behov som de konkret- og formelt-tænkende elever har, og der skal tages stilling til, hvordan sådanne metoder integreres i undervisningen, uden at genindføre tidligere tiders delte skole.

Det vil selvfølgelig også være godt, hvis det var muligt at trække flere end de 30% af eleverne henover den magiske grænse til den formelt-operationelle tænkning. Og her kommer de førnævnte engelske forskere Shayer og Adey os muligvis til hjælp, idet de har udviklet et træningsprogram, som sigter på de 11-12 årige, og netop har til formål at udvikle den formelt-operationelle tankegang. Dette træningsmateriale er i øjeblikke ved at blive oversat til dansk af tre naturfagslærere på Aalborg Seminarium i samarbejde med Center for Naturfagernes Didaktik ved Aarhus Universitet. ☺

Foto: C.R. Kjær



## Hvorfor kan det flyde?

Jean Piaget udviklede en række opgaver, som han brugte til at analysere børns måde at ræsonere på. Et eksempel på en sådan opgave er om ting, der kan flyde i vand.

### Kan det flyde?

Opgaven går ud på at præsentere barnet for en række forskellige genstande og bede dem om at dele dem op i ting, der kan flyde på vand og ting, der ikke kan flyde på vand. Barnet bliver så spurgt, om deres grunde til at tro, at genstandene vil opføre sig sådan. Derefter får barnet så lov til at afprøve sine forudsigelser ved hjælp af en spand vand og bedt om at kommentere resultatet.

### Tingenes umiddelbare egenskaber

Børnene op til syv-otte år besluttede sig først for, om de troede, noget ville flyde eller ej – og her byggede de ofte fornuftigt nok på egen erfaring. De havde måske forleden dag smidt et stykke træ i vandet, og det flød ovenpå. Men forklaringen på dette vil ofte være den egenskab ved objektet, de lige hæftede sig ved: Hvis den var tung, var det forklaringen, hvis den var let, var det derfor, eller måske var den stor etc. Forklaringerne kunne også bygge på en vis iboende orden i tingene: Den flyder – eller synker – "fordi den ikke hører til i vandet".

### Et spørgsmål om tyngde

De syv til tolvårige behandlede opgaven meget mere logisk. Der var en

tendens til at opdele efter materiale – jern og sten synker, og træ flyder ovenpå. Argumentet var, at sten og jerngenstande synker, fordi de er tunge – "vandet kan ikke bære dem" – og træ flyder, fordi det er let. Det er med andre ord en god, konkret og konsekvent logik. Visse genstande (som f.eks. vokslys) voldte dem problemer, men når de blev bedt om at forklare en forkert forudsigelse var svaret meget fornuftigt: "Det ved jeg ikke!"

### Forholdet mellem vægt og volumen

De ældre børn, fra tolv og opefter, begyndte også med forklaringerne "tung" og "let", men tog så fat på det problem, at visse genstande opførte sig mærkeligt i forhold til denne forklaring. Eksempelvis synker en lille, let metalnål, mens en stor, tung træklods flyder. De større børn kunne ræsonnere sig frem til i tankerne at sammenholde vægten med volumen og begynde at formulere det begreb, vi kalder "vægtfylde" eller densitet, og de kunne opstille tankeeksperimenter.

Forskellen på disse evner og de syv- til tolvåriges holden sig til egenskaberne "tung" og "let", som de umiddelbart kunne føle i hånden, er en del af det, som Piaget opfattede som forskellen mellem konkret-operationel og formel-operationel tænkning.

### Om Kirsten Paludan

Molekylærbiolog og forskningslektor ved Aarhus Universitet, tilknyttet

Center for Naturfagernes didaktik  
Ny Munkegade, bygn. 520  
8000 Århus C

Tlf. 8942 3632

e-post: kp@ifa.au.dk

### Videre læsning:

Kirsten Paludan, *Rapport om projektet Naturvidenskabsopfattelse og uddannelsesvalg*.

Rapporten kan fås ved henvendelse til Det naturvidenskabelige Fakultet, Studiekontoret, Ny Munkegade Bygn. 520, 8000 Aarhus C tlf. 8942 3620

e-mail: nfakla@adm.au.dk

Shayer, M. og Adey, P. 1981,; *Towards a science of science teaching*. Heinemann Educational Books, London.

Adey, P. og Shayer, M., 1994,; *Really raising standards*. Routledge, London.