

At udvikle og evaluere praktisk arbejde i naturfag

Robin Millar

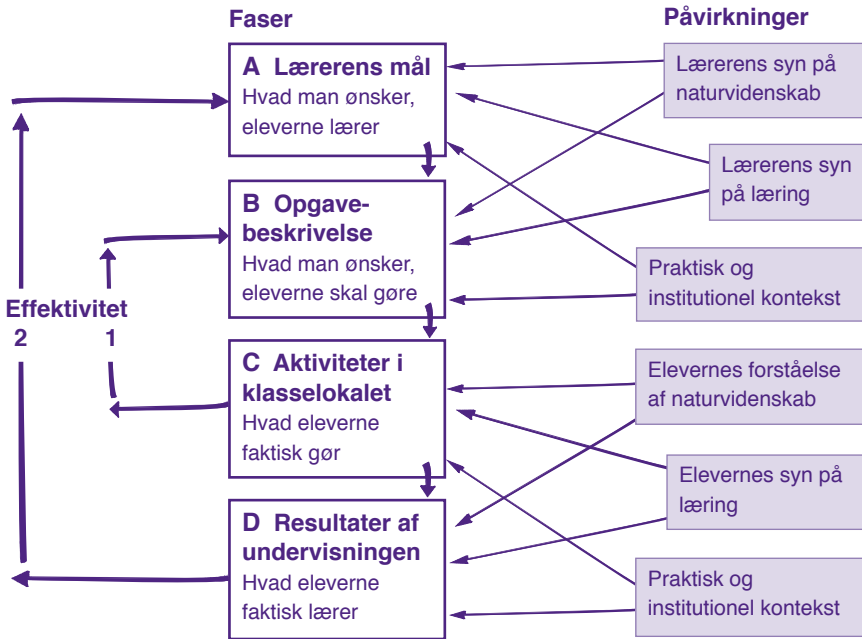
Praktisk arbejde er en væsentlig del af undervisningen i naturfag. I naturfag forsøger vi at udvikle elevernes kendskab til naturen og hjælpe dem til at forstå nogle af de idéer, tankegange, teorier og modeller, som forskere anvender til at forudsige naturens måde at opføre sig på. På grund af dets særlige genstandsområde går undervisning i naturfag i høj grad ud på ikke bare at fortælle, men også 'vise' eleverne ting eller sætte dem i situationer, hvor de kan se noget med egne øjne.

Det foregår nogle gange som praktiske demonstrationer som læreren udfører. Men i dette kapitel ligger mit fokus på praktisk arbejde gennemført af eleverne selv, sædvanligvis i små grupper. I mange lande er det et almindeligt element i undervisningen i naturfag. Mange lærere mener, at praktiske arbejde, der udføres af eleverne, fører til bedre læring – at vi forstår og husker ting bedre, når vi selv har prøvet dem. Mange elever siger også, at de kan lide praktisk arbejde. Imidlertid ved enhver, der har undervist i naturfag, at eleverne ofte ikke lærer det af det praktiske arbejde, som vi håbede, de ville lære. Det har fået nogle naturfagslærere til at stille spørgsmålstejn ved værdien af praktisk arbejde. Osborne (1998) mener, at praktisk arbejde "kun bør spille en nøje afgrænset rolle i naturfag, og at meget af det kun har lille undervisningsmæssig værdi". Hodson (1991) hævder, at de praktiske undersøgelser, "som de gennemføres i mange lande, er dårligt udtænkte, forvirrede og uproduktive. Mange børn får kun lidt ud af, hvad der foregår i naturfagslokalet". Andre har givet udtryk for tilsvarende tvivl. En nøgleformulering i Hodsons kommentar er måske "som de gennemføres". For praktisk arbejde kan være meget vær-

difuldt i naturfagsundervisningen afhængigt af den konkrete sammenhæng. Men bruger vi det praktiske arbejde effektivt¹? For at finde svaret på det spørgsmål må vi først spørge, hvad der menes med 'effektivitet'.

Hvad menes der med 'effektivitet'?

Skal vi forstå, hvor 'effektiv' en undervisnings- eller læringsaktivitet er, må vi se nærmere på de faser, der indgår i tilrettelæggelsen af en sådan aktivitet, og evaluere dens virkning eller gennemslagskraft. Modellen i Figur 1 blev anvendt i det europæiske projekt *Labwork in Science Education* (Millar, Le Maréchal og Tiberghien, 1999).



Figur 1 Faser i udviklingen og evalueringen af praktisk arbejde og de påvirkninger, der gør sig gældende.

Udgangspunktet er de læringsmål, som læreren (eller hvem der nu har tilrettelagt den pågældende aktivitet) har sat sig (boks A i Figur 1): Hvad man ønsker, eleverne skal lære af aktiviteten. Læringsmålene påvirkes af adskillige

¹Millars spørgsmål: "Men bruger vi det praktiske arbejde effektivt?" skal forstås som: Bruger vi det praktiske arbejde på en måde, så vi får mest muligt ud af det? (red.)

forhold: Lærers syn på naturfag og naturvidenskab (for eksempel hvad han eller hun finder vigtigt at lære den pågældende gruppe af elever); lærers syn på naturvidenskabens egenart (*the nature of science*) og forskningsprocesser; lærers syn på læring (for eksempel hvad han eller hun finder egnet til elever i den aldersgruppe og på det niveau, som aktiviteten er tiltænkt; hvordan han eller hun mener, at læring finder sted); og den kontekst som aktiviteten indgår i (for eksempel den aktuelle læseplan; hvordan eleverne bedømmes; de tilgængelige resurser).

Læringsmålene må så 'oversættes' til en aktivitet eller en opgave. Her beskrives, hvad eleverne skal gøre for at nå læringsmålene (boks B). Praktisk arbejde kan beskrives meget detaljeret eller mere løst. Opgavebeskrivelsen er igen påvirket af de samme overvejelser som læringsmålene.

Når aktiviteten eller det praktiske arbejde så gennemføres i klasselokalet, kan vi iagttage, hvad der sker, hvad eleverne *faktisk* gør under aktiviteten eller det praktiske arbejde (boks C). Dette påvirkes igen af adskillige faktorer: Elevernes forståelse af naturvidenskab (hvad de ved om det emne, som aktiviteten handler om; hvor gode de er til at anvende det udstyr, der indgår i aktiviteten osv.); elevernes syn på læring (for eksempel om de opfatter det at lære som at danne betydning ud fra erfaringer eller at modtage viden fra en lærer); og aktivitetens kontekst (læseplanens krav, hvordan eleverne bliver bedømt, det forhåndenværende udstyr osv.). Resultatet kan være, at eleverne gør, som læreren havde forestillet sig, eller resultatet kan være, at eleverne i større eller mindre grad afviger fra lærers forestilling. Når læreren betragter elevernes praktiske arbejde, bliver det muligvis klart for ham eller hende, at udformningen må ændres, så eleverne gør og ser, hvad det var meningen, at de skulle gøre og se. Dette er den første og mest grundlæggende betydning af effektivitet: Overensstemmelse mellem hvad vi ønsker, at eleverne skal gøre og se, og hvad de rent faktisk gør og ser. Det handler om forholdet mellem boks C og boks B i Figur 1. Vi kan kalde det 'effektivitet 1'.

Men når man taler om en undervisningsaktivitets effektivitet, tænkes der på, i hvilken udstrækning den hjælper eleverne med at lære, hvad vi ønsker, de skal lære. Det handler om forholdet mellem boks D og boks A i Figur 1. Det kan vi kalde 'effektivitet 2'.

Forskellige mål

Når vi overvejer praktisk arbejdes effektivitet, bør vi altså tage udgangspunkt i læringsmålene (boks A i Figur 1). Praktisk arbejde i naturfag har en lang række forskellige læringsmål. Praktisk arbejde kan inddeles i tre hovedtyper alt efter det overordnede læringsmål, som vist i Tabel 1. Nogle aktiviteter kan selvfølgelig have flere læringsmål, der måske omfatter flere end en af de tre hovedtyper.

Type	Hovedformål med det praktiske arbejde
A Udvikling af viden og forståelse	At hjælpe eleverne med at udvikle deres forståelse af naturen og af nogle af de vigtigste idéer, tankegange, teorier og modeller, som videnskaben bruger til at forklare den.
B Træne færdigheder	At hjælpe eleverne med at lære at bruge videnskabeligt udstyr og/eller følge standardiserede naturvidenskabelige metoder.
C Undersøgelsesmetoder	At udvikle elevernes forståelse af naturfaglige undersøgelsesmetoder, for eksempel hvordan en undersøgelse skal udformes, hvordan data skal vurderes og evalueres, hvordan data kan analyseres med henblik på at uddrage konklusioner, og hvordan sikkerheden i disse konklusioner kan bedømmes.

Tabel 1 Inddeling af praktisk arbejde ud fra de vigtigste overordnede læringsmål

I forbindelse med praktisk arbejde af type A (at hjælpe eleverne med at udvikle deres viden om og forståelse af naturen) er der et andet meget vigtigt spørgsmål at forholde sig til. Det grundlæggende formål med praktisk arbejde af type A er at hjælpe eleverne med at skabe forbindelse mellem to områder: Mellem genstande, som kan ses og røres på den ene side og naturvidenskabelige tankegange og teorier (*domain of ideas*) på den anden side, som ofte omfatter lovmæssigheder og abstrakte sammenhænge, som vi ikke kan iagttage direkte (Figur 2).



Figur 2 Praktisk arbejde støtter eleverne i at danne forbindelse mellem to vigtige områder (Tiberghien, 2000).

For noget praktisk arbejde spiller de naturvidenskabelige tankegange og teorier en relativt lille rolle. I den slags aktiviteter er det ganske enkelt hensigten, at eleverne skal observere en genstand, et materiale eller en proces og lægge mærke til og huske bestemte ting. Men i forbindelse med andre aktiviteter ønsker vi at hjælpe eleverne til at udvikle deres forståelse af nogle af de tankegange og teorier, som naturvidenskaben og naturfag anvender til at beskrive eller forklare observationerne. I den slags aktiviteter er det lige så vigtigt, at eleverne reflekterer, som at de observerer og håndterer – her lærer eleverne kun noget, hvis undersøgelsen ikke blot er 'hands on', men også 'minds on'. Bedømmelsen af effektiviteten af denne type aktiviteter kræver, at vi inddrager begge områder i Figur 2. Bruger vi begreberne fra effektivitetsmodellen i Figur 1, må vi se på, hvad eleverne 'gør' med teorierne, lige så vel som hvad de gør med genstande og materialer (boks C). Og vi må se på, hvor godt det praktiske arbejde støtter deres læring af teorier og begreber og ikke blot deres evne til at huske det, de har observeret (boks D).

Tabel 2 viser dette mere detaljeret.

Praktisk arbejde er ...	i forhold til genstande, der kan ses og røres	i forhold til naturvidenskabelige tankegange og teorier
... effektivt i betydning 1	Når eleverne gør, hvad der var tilsigtet med genstande og materialer, og observerer det, der var tænkt, de skulle observere.	Når eleverne undervejs i arbejdet tænker over, hvad de gør og observerer, mens de trækker på aktivitetens tilsigtede og implicite teorier.
... effektivt i betydning 2	Når eleverne efterfølgende kan huske og beskrive, hvad de gjorde og observerede undervejs i arbejdet.	Når eleverne efterfølgende kan diskutere aktiviteten og anvende de teorier, som det var tiltænkt at udvikle, eller som lå implicit i det (og evt. kan vise forståelse af disse teorier i andre sammenhænge).

Tabel 2 Tegn på 'effektivitet' i begge betydninger og på begge områder.

Tabel 2 opsummerer hvilke tegn på læring og dermed 'effektivitet', der kan tilstræbes i hver af de betydninger, der er beskrevet ovenfor – og i hvert af de to områder.

Evaluering og forbedring af praksis

I dette kapitel har jeg forsøgt at udfolde idéen om 'effektivitet' i sammenhæng med praktisk arbejde i naturfag. Formålet er at udvikle klare rammer for vurdering af gældende praksis og at forbedre den fremtidige praksis. Nogle nøglepunkter, der kan uddrages af ovenstående analyse, er:

1. Praktisk arbejde er så forskelligartet, at det ikke giver nogen mening at spørge, om det generelt er 'effektivt' som undervisnings- og læringsmiddel. Vi må hellere spørge, om den enkelte aktivitet er effektiv.
2. Udgangspunktet for vurdering af praktisk arbejdes effektivitet ligger i det konkrete praktiske arbejdes læringsmål – hvad eleverne forventes at lære af det. Ofte er det ikke formuleret klart eller præcist. Det er en god idé for lærere, så nøje som muligt, at analysere det praktiske arbejde, de inddrager eller planlægger at inddrage, og at prøve at bestemme læringsmålene så præcist som muligt. Et valg af en bestemt praktisk aktivitet i undervisningen vil altid være en afvejning af, hvordan et eller flere bestemte læringsmål bedst nås.
3. Den mest grundlæggende betydning af 'effektivitet' går på, om eleverne gør, som det var tænkt, de skulle gøre, når de udfører praktisk arbejde. De to områder i Figur 2 understreger, at vi i forbindelse med praktisk arbejde både må overveje, hvad vi ønsker, eleverne skal gøre, og hvad de rent faktisk gør – både med de involverede naturvidenskabelige tankegange, teorier og genstande.
4. En anden betydning af 'effektivitet' er, om eleverne lærer det, vi håber. Praktisk arbejde, som i høj grad inddrager tankegange og teorier (Figur 2 og Tabel 2) stiller betydeligt større krav til læringen (Leach and Scott, 1995) end aktiviteter, hvis formål ganske enkelt er at få eleverne til at observere og huske en hændelse. I den slags praktisk arbejde vil eleverne sandsynligvis have brug for hjælp til at anvende eller udvikle de teorier, der giver aktiviteterne mening og fører til læring. Praktisk arbejde med den slags indbygget 'stillads' vil ofte være mere effektivt end det, der foregår uden. Hvad angår 'effektivitet 2' (Figur 1) på teoriernes område, må vi også være realistiske i forhold til, hvad der kan forventes. Det ville være urimeligt at forvente 'langtidsholdbar' læring af naturvidenskabelige teorier efter et enkelt, ofte relativt kort, praktisk arbejde. Det giver mere mening at betragte læring som et resultat af en række af undervisningsaktiviteter, der rummer mange forskellige typer af praktisk arbejde, som gen-

nemføres på et passende tidspunkt, dvs. på et tidspunkt, hvor de fleste af eleverne i en klasse vil være i stand til at nå det ønskede læringsmål. På samme måde er læringen af konceptuelle idéer sjældent noget, der sker på én gang og så sidder fast for altid. De fleste elever bevæger sig ikke fremad på en lineær og forudsigelig vej fra deres forhåndsviden mod de naturvidenskabelige tankegange og teorier, som vi ønsker, de skal lære at forstå og anvende. Alt dette gør det vanskeligt at måle effektivitet i betydning 2. Ikke desto mindre bør vi holde os for øje, at formålet med meget praktisk arbejde er at bidrage betydeligt til udviklingen af elevernes forståelse af tankegange og teorier, og til deres almene dannelse - og ikke blot til deres faktuelle viden om naturen. Og vi bør overveje, hvordan vi kan udforme og gennemføre praktisk arbejde med større chancer for, at dette sker.

5. De andre nøglepunkter, der kan udledes af Figur 1, er, at alle faser i den proces, det er at udvikle og evaluere praktisk arbejde, påvirkes af generelle tanker om naturfag, læring og om sammenhæng eller kontekst – og at Fase B forudsætter kreativ tænkning hos læreren. Selv når læringsmålene er givet (boks A), findes der mange måder at udforme et praktisk arbejde eller en opgave på for at nå disse mål. Derfor er det gavnligt at overveje forskellige aspekter af det praktiske arbejde og af de valg og beslutninger, der træffes, da ændringer af dem kan medføre betydelige konsekvenser for en opgaves eller en aktivitets effektivitet. Dette undersøges nærmere i næste kapitel.

Referencer

Hodson, D. (1991): Practical work in science: Time for a reappraisal, i: *Studies in Science Education*, 19, 175-184, Routledge.

Leach, J. og Scott, P. (1995): The demands of learning science concepts: Issues of theory and practice, i: *School Science Review*, 76(277), 47-52, The Association for Science Education.

Millar, R., J.-F. Le Maréchal og A.Tiberghien (1999): Mapping the domain: Varieties of practical work, i: Leach, J. og A.C. Paulsen (red.), *Practical work in science education – Recent research studies*, 33-59, Roskilde: Roskilde University Press, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Osborne, J. (1998): Science education without a laboratory? I: Wellington, J.J. (red.), *Practical work in school science. Which way now?*, 156-173. London, Routledge.

Tiberghien, A. (2000): Designing teaching situations in the secondary school, i: Millar, R., J. Leach og J. Osborne (red.), *Improving science education: The contribution of research*, 27- 47, Buckingham: Open University Press.