

Praksislæring på fysikstudiet

Henrik Busch, Danmarks Lærerhøjskole, Kim Rongsted Kristiansen, Danmarks Lærerhøjskole, og Kristian Pedersen, Dansk Rumforskningsinstitut.

Et vigtigt led i debatten om undervisningen på de naturvidenskabelige uddannelser må være en grundig refleksion over, hvad studerende kan opnå at lære i kraft af de forskellige undervisningsformer, der indgår på studierne. I denne artikel vil vi diskutere tre situationer, der knytter sig til grunduddannelsen på fysikstudiet ved Niels Bohr Institutet, og bruge dette til at pege på vigtige aspekter af den læring¹ der foregår.

De tre situationer er beskrevet på baggrund af materiale, der er indsamlet i forbindelse med et udviklingsprojekt, som i øjeblikket gennemføres i samarbejde mellem Niels Bohr Institutet og Danmarks Lærerhøjskole.² Projektet knytter sig især til de laboratorieøvelser, der er indført for at støtte den teoretiske undervisning i elektromagnetisme og kvantefysik på 2. år. Artiklen her beskæftiger sig ikke med de centrale problemstillinger vedrørende øvelserne, men er baseret på iagttagelser, der er gjort under interview med grupper af studerende og ved observationer af undervisningsforløb.

Diskussionen er inspireret af den del af den pædagogiske forskning, der i disse år sætter stor fokus på de tanker om læring og undervisning, der undertiden omtales med begreber som "praksislæring" eller "læring som social praksis". Forholdsvis lettilgængelige introduktioner til disse overvejelser findes i [1] og [2].

Formålet med denne artikel er, med udgangspunkt i situationer, som vil være velkendte for de fleste fysikere, at illustrere nogle vigtige aspekter ved den praksislæring, der foregår på fysikstudiet.

Tre situationer fra 2.-års undervisningen

Nedenfor er først beskrevet to scener, hvor studerende er beskæftiget med at lære fysik. Den første er baseret på observationer gjort på et regneøvelseshold og på interview med nogle af de tilstedeværende studerende [5]. Den anden er baseret på studerendes egen omtale af deres projektarbejde. Navne, enkelte emner og mindre detaljer er ændret af anonymitetshensyn. Situation 3 er direkte transskriptioner af bandede interview med studerende, hvis navne er ændret.

Situation 1: Regneøvelser på "Elektromagnetisme" på 2. år, 5. uge i semestret

Det er onsdag. De tyve studerende og regneøvelseslæreren, Torben, er igen samlet. Torben, der er adjunkt og til daglig arbejder med sit forskningspro-

jekt inden for atomfysikken, har lige opsummeret noget af det teoretiske stof, der knytter sig til dagens opgaver. Torben: "Er der nogen, der vil gå til tavlen for at gennemgå opgaven om dipolen i det inhomogene E-felt?" Ingen svarer i første omgang, men efter at Torben har spurgt endnu to gange går Maja til tavlen. Hun gennemgår den del af opgaven, hun kunne finde ud af hjemme – skriver på tavlen, forklarer sig overfor klassen og får nu og da hjælp af Torben, når hun går i stå. Kristoffer sidder midt i lokalet, følger med ved at kopiere fra tavlen og forsøger at følge argumentationen. Halvvejs mister han overblikket og fortsætter blot med at skrive ned. På et tidspunkt spørger en af de andre studerende Torben om et udledt mellemresultat ikke skal divideres med 2π . Ingen andre spørger om noget i løbet af de 25 minutter gennemgangen varer.

Situation 2: Frie øvelser, 1. år – et laboratorium i kælderen på NBI, Blegdamsvej

Det er fredag. Tine, Kristoffer og Mads kommer ved 9-tiden og når inden kaffen lige at skrive den graf ud, de arbejdede med aftenen før. De kaster også et blik på deres eksperiment – en risdyng, hvortil man kan lægge korn for korn og se, hvornår risskred optræder. Grafen viser forudsigelsen fra den model for risdyngen, de har arbejdet med de seneste uger – den passer ikke for godt med eksperimenterne. Ved kaffen diskuteres fodbold, en ny artikel om selvorganiserede systemer og forskningsbevillinger – forskergruppens seneste SNF-ansøgning behandles for tiden. Silvia, en italiensk post.doc. i forskergruppen, kigger på grafen, kommenterer tidsafhængigheden og spørger kritisk til detaljer i eksperimentet med risdyngen.

Situation 3: Interview med Fysik2-studerende

Spørgsmål: *Hvorfra kommer opfattelsen af, hvad en fysiker er?*

Svar: ... *Så man har ikke mødt så mange fysikere. Den eneste vi har mødt, det var ham der, da vi skrev vores førsteårsprojekt, hvor vi havde en over på NBI.....tog os meget alvorligt. Det vi lavede og det vi kom med, var noget han virkelig overvejede dybt. Man hører meget på, hvad de andre siger og virkelig overvejer det. Hvis man kom med en idé til, at man kunne gøre noget på en bestemt måde, så tænkte han længe over det. (Søren)*

Det kunne være meget interessant at snakke med dem (nogle fysikere, red.) – en gang i mellem. Få lidt mere

¹ En vigtig del af overvejelserne om, hvordan man skal undervise i en bestemt sammenhæng, er spørgsmålene om hvad det vil sige at lære noget og hvilke processer, der er vigtige i den sammenhæng (psykologiske, sociale, ...). En række referencer til diskussion af begrebet "læring" findes i [4].

² Projektet er finansieret af Niels Bohr Institutet og Dansk Center for Naturvidenskabsdidaktik.

føling med, hvad det var for nogle typer, der render rundt. (Tobias)

Spørgsmål: Hvornår forestiller I jer, at I vil opfatte jer selv som fysikere?

Svar: Det kommer vel den dag, hvor man føler, at man bidrager med noget og ligesom er en del af det samlede projekt. Så føler man sig som fysiker... (Jakob)

Måske vil jeg føle mig som fysiker, når nogen begynder at interessere sig for, hvad jeg mente? Om en eller anden ting. ... (Jan).

Det er oplagt, at de studerende fungerer i forskellige roller i "Situation 1" og "Situation 2" – og vel også at vi i denne artikel vil prøve at fremhæve nogle værdifulde elementer i den anden situation fremfor den første... Men hvad er det mere præcist, der karakteriserer læringssituationen "2", og hvorfor kan den aktivitet, der foregår her i bedste fald være så betydningsfuld?

Den deltagende eller modtagende studerende?

Det måske mest iøjnefaldende ved læsningen af ovenstående er de studerendes udtalelser i stil med "vi har ikke mødt så mange fysikere" og "det kunne være interessant at snakke med dem..."³ Disse er især tankevækkende, fordi spørgsmålene i interviewet er stillet som led i en diskussion om undervisningen på regne- og laboratorieøvelser; hvor de undervises af fysikere! I situation "1" er der ikke meget der vidner om, at Torben optræder som fysiker. De studerende ved udmærket godt, at han "til daglig" arbejder som fysiker, men det er øjensynligt ikke hans rolle i denne sammenhæng. Han er specifikt til stede med det formål "at lære dem noget". Det, de tilbydes at lære, kan godt nok ikke bruges til noget særligt i den givne situation, men antages at give dem nogle generelle færdigheder, som enten kan bruges til at lære noget ved en senere lejlighed eller som kan anvendes i en praktisk sammenhæng, hvor de kommer til at udøve fysik. En del af de studerende opfatter formentlig ikke det, der foregår i situation "1", som at de praktiserer fysik, men snarere at de forsøger at lære noget, der kan blive nødvendigt eller gavnligt for senere at kunne beskæftige sig med fysik.

Hvad angår fysikerens rolle, er situation "2" radikalt anderledes. Her deltager de studerende sammen med gruppens medlemmer i det samme projekt, der går ud på at opstille et eksperiment, forstå nogle sammenhænge, deltage perifert i gruppens arbejde med at bidrage inden for et forskningsområde⁴ – på at lave fysik! Når underviseren (Silvia) i denne situation interesserer sig for de studerende, hænger det ikke sammen med "at hun skal lære dem noget". Derimod skyldes det, at de alle deltager i en fælles forskningsaktivitet, hvor de nok

bidrager på forskellige niveauer, men hvor den studerendes bidrag rent faktisk betyder noget og er en del af "det samlede projekt" (jfr. Jakobs udtalelse om "det samlede projekt")

Forståelse for fagets og forskningens metoder

En anden interessant forskel på de to undervisningssituationer knytter sig til den fagopfattelse og -forståelse, undervisningen kan bidrage til at udvikle. De studerendes arbejde sammen med forskningsgruppen i situation "2" afspejler på mange måder meget præcist de mange facetter, der karakteriserer naturvidenskabelig forskning. Et eksempel på dette gælder eksperimentet, der designes, modelleres og testes for at undersøge et endnu ikke forstået fænomen. Det er en kompliceret proces, der (eventuelt) fører til at den undersøgte hypotese for fænomenet udvikler sig til en accepteret kendsgerning. Ikke blot kræver dette et sæt eksperimentelle data af høj kvalitet, men den etablerede sammenhæng skal også kunne forstås i relation til den eksisterende litteratur og kunne modstå en kritisk diskussion med kolleger (Silvia). Også en forståelse af, hvordan fysikere arbejder, erhverves ved denne type undervisning – i kraft af de studerendes deltagelse i hele arbejdsprocessen: vekselvirkningen med den udenlandske forsker, kaffebygningen, diskussionen om forskningsbevillinger, arbejdet med modellen aftenen før, ... Denne viden kan betegnes som "tavs" – det er ikke eksplicit formuleret, at de studerende skal tilegne sig en forståelse for det ene eller det andet specifikke kendetegn ved livet i laboratoriet. Ved interview med de studerende har disse ofte umiddelbart svært ved at pege på noget konkret, som de selv synes at have lært ved dette projektarbejde. Går man derefter i gang med at diskutere detaljerne deres arbejde, er mange imidlertid temmelig nøje i stand til at beskrive grundige overvejelser, de har haft om eksperimentelle metoder, hvilke processer, der karakteriserer tilvejebringelsen af ny viden og i det hele taget mange kendetegn ved "fysikerens dagligdagsbeskæftigelse". Denne læring er altså foregået i kraft af selve deltagelsen i gruppens arbejde, snarere end som resultat af en målrettet "tilegnelsesaktivitet".

Situation "1" er helt anderledes på disse punkter. Nok er Majas opgave vanskelig at løse og kræver et solidt kendskab til de teknikker og strategier, der kendetegner denne type tænkte og generaliserede fysiske problemstillinger. Problemet er imidlertid veldefineret i kraft af opgaveteksten og er karakteriseret ved en nogenlunde velkendt vej at nå til resultatet – som underviseren i øvrigt kender fra begyndelsen. Løsningen på opgaven bliver nok til en vis grad diskuteret, men selve løsningsprocessen skal slet ikke på samme niveau som ovenfor kunne modstå "kollegernes" skepsis. Maja bør

³I de gennemførte interview kom ca. halvdelen af de 15–18 studerende med lignende udtalelser.

⁴På Niels Bohr Institutet er det forholdsvis almindeligt, at studerende på det 1. års frie øvelser og især på 3. års bachelorprojekt på denne måde bliver integreret i en forskergruppes arbejde og arbejder med udvikling eller afprøvning af et stykke apparatur, en målemetode eller en numerisk model – altså med en aktivitet, som yder et lille, men reelt bidrag til gruppens forskning.

overfor underviseren og de øvrige studerende kunne argumentere for sin fremgangsmåde, men kan hun ikke det, er Torben klar med et vink, der kan føre hende den ene eller anden rigtige vej til løsningen. For de øvrige "kolleger" (de andre studerende på holdet) kan det af forståelsesmæssige årsager være relevant at spørge uddybende, men formålet med at debattere løsningsmetoden "som fysikere gør det, når de laver fysik" er nærmest ikke-eksisterende.

Udviklingen af fagidentitet

Hvis man spørger en fysiker, hvornår i hans eller hendes uddannelsesforløb, vedkommende begyndte at opfatte sig selv som fysiker, vil svaret næsten altid blive "under

specialearbejdet" eller "i løbet af ph.d.-uddannelsen". På baggrund af ovenstående analyse, er det ikke vanskeligt at få en idé om, hvorfor dette er tilfældet. Det er netop under for eksempel specialearbejdet, at man for alvor i en gruppe og på et institut deltager i en fælles praksis, der går ud på at bedrive forskning. I begyndelsen deltager man typisk som "lærling" med lidt perifer opgaver og er nødt til at gøre en masse "krum-spring" ved siden af det, som er ens egentlige eksperimentelle eller teoretiske projekt – lære at småsnakke med teknikerne, lytte til de ældre ansattes skrøner om gamle dage, læse korrektur på sin vejleders artikler,... Hvad der i virkeligheden sker, er at man langsomt får en forståelse for og bliver en del af forskningskulturen – ikke bare gruppens eller instituttets, men hele fagets.

Få dit eget abonnement på Kvant eller bliv medlem af AS, DFS eller SNU

Indmeldelse i foreningerne AS, DFS eller SNU kan ske ved at udfylde og indsende kuponen nedenfor. Det koster 250 kr. om året at være medlem af AS, 325 kr. om året at være medlem af DFS (dog 75 kr. for pensionister) og 150 kr. om året at være medlem af SNU. Unge under uddannelse slipper dog med 100 kr. hos AS og 75 kr. hos DFS og SNU. Det er også muligt alene at tegne abonnement på Kvant for 135 kr. om året. Hvis du ikke vil klippe i bladet, må du gerne fotokopiere kuponen.

Hvis du mener, at du allerede har abonnement, men ikke får bladet (og derfor læser dette hos en kollega), har du måske glemt at melde flytning (det skal meddeles postvæsenet eksplicit!) eller glemt

at betale for abonnementet/kontingentet. Du opfordres derfor til at kontakte Lene Körner, Matematisk Institut, Universitetsparken 5, 2100 København Ø (kørner@math.ku.dk), tlf. 35 32 07 62, for at få opklaret sagen.

Kvant udsendes gratis til alle landets gymnasier, HF-kurser, tekniske skoler, seminarier m.fl. Hvis du er lærer et af disse steder og din arbejdsplads ikke modtager Kvant opfordres du også til at rette henvendelse til Lene Körner.

Køb af klassesæt eller tidligere numre af bladet kan ske ved henvendelse til kvant@nbi.dk.

Navn: _____
Stilling: _____
Adresse: _____
Postnr. og by: _____
Telefon: _____
E-mail: _____

Jeg er ☐ under uddannelse ☐ pensionist

Jeg ønsker

- ☐ abonnement på Kvant
☐ medlemsskab af AS
☐ medlemsskab af DFS
☐ medlemsskab af SNU

Ved DFS-medlemsskab: Angiv evt. ønske om tilknytning til sektionerne for:

- ☐ atomfysik
☐ faststoffysik
☐ uddannelse og undervisning
☐ netværk for kvinder i fysik (KIF)



Sendes ufrankeret
Modtageren
betaler portoen

KVANT
Ørsted Laboratoriet
Universitetsparken 5
+++ 1385 +++
2100 København Ø

Derfor udvikles identiteten som fysiker primært under dette læringsforløb. Det er efter vores opfattelse vigtigt at betragte "det at udvikle en fagidentitet" som noget "man lærer"; snarere end at det er noget, der kommer af sig selv. Spørgsmålet om, hvilke undervisningsformer, der bidrager til at udvikle fagidentiteten, bliver dermed også vigtigt.

Evaluerer gennem praksis

Endelig er det værd at kaste et blik på evalueringen af den studerende – altså forsøget på at måle eller værdisætte hans eller hendes udbytte af læreprocessen. I klasserumsundervisningen foregår evalueringen primært ved en sammenligning med lærerens resultat og løsningsmetode – og til sidst i semestret ved eksamen. Denne eksamen har til formål at teste, om den studerende har tilegnet sig en rutine i at løse den type af problemer, der karakteriserer "Situation 1" og eksamen foregår i øvrigt som en begivenhed, der er afkoblet fra resten af undervisningsforløbet. Helt anderledes er det i situation "2", hvor den virkelige evaluering foregår "gennem praksis" – i kraft arbejdet med modellen, nødvendigheden af at kunne detektere risikered og ved diskussionen af arbejdet over kaffen med de øvrige medlemmer. Endvidere afsluttes forløbet med en rapport, hvis formål er at dokumentere det udførte arbejde. Evalueringen i denne undervisningssituation afspejler altså i vid udstrækning de mekanismer, forskeren og dennes kollegaer selv bruger til at vurdere arbejdets kvalitet og videreformidle resultaterne af det.

Tilbage til mesterlæren?

Vi har i denne artikel peget på nogle karakteristiske aspekter ved den læring, der foregår i kraft af forskellige undervisningsaktiviteter på fysikstudiet ved Niels Bohr Institutet. I den sammenhæng har vi fokuseret på vigtige elementer af den type undervisning, hvor den studerende kan betragtes som en slags legitim deltager i et forskningsfællesskab. Tilbage står spørgsmålet, om hvordan undervisningskulturen kunne ændres, hvis man i endnu højere grad end nu ønskede at vægte de studerendes "deltagerrolle". Ingen af os mener, at løsningen blot er at genindføre mesterlæreuddannelsen, men at en væsentlig kvalitetsforøgelse – og måske et lavere frafald – kunne opnås ved at overveje elementer som de her skitserede grundigt i forbindelse med udviklingen af undervisningen.

Referencer:

- [1] K. Nielsen og S. Kvale: *Mesterlære – læring som social praksis*. Hans Reitzels forlag (1999), kap. 1: Mesterlære som aktuel læringsform
- [2] K. Nielsen og S. Kvale: *Mesterlære – læring som*

social praksis. Hans Reitzels forlag (1999), kap. 10: Forskere i lære

- [3] H. Busch: "Naturvidenskabsdidaktik – en underlig fisk?", Gamma nr. 117.
- [4] www.dlh.dk/mat/fysik/studiekreds/index.html (hjemmeside for studiekredsen "læring og erkendelse i naturvidenskaberne")
- [5] www.dlh.dk/mat/fysik/Fysik2/index.html (hjemmeside for DCN-projektet "Udvikling af en ny type eksperimentelt undervisningsforløb")

Yderligere oplysninger om projektet kan fås ved henvendelse til Henrik Busch (busch@dlh.dk).



Henrik Busch er Ph.D. i fysik og post.doc. ved Danmarks Lærerhøjskole. Han beskæftiger sig bl.a. med anvendelse af IT i naturfagsundervisningen og med undervisningsformer og -kultur i universitetsuddannelserne. Han gennemfører i studieåret 2000/2001 et DCN-støttet projekt med titlen "Praksislæring på fysikstudiet" ved Niels Bohr Institutet.



Kim Rongsted Kristiansen er cand.scient i kemi (med bifag i engelsk) fra Københavns Universitet. Har været adjunkt i gymnasiet indtil 1997. Siden da har han været Ph.D.-stipendiat i fagdidaktik ved Danmarks Lærerhøjskole.



Kristian Pedersen er Ph.D. i astrofysik. Han er ansat på et DCN-udviklingsprojekt omhandlende laboratorieøvelserne på 2. års undervisningen i Fysik på KU og desuden ansat på www.rummet.dk, Dansk Rumforskningsinstitut. Formidler af astronomi og fysik gennem de sidste 10 år i Fysiklegestuen, Folkeuniversitetet m.m., og træner i fodboldklubben F.C. Dirac gennem en årrække.