

Kapitel 6

DET LÆNGEREVARENDE GRUPPEARBEJDE

Af Henrik Bang

Gruppearbejdet er – ligesom den lærerstyrede klassedialog – en almindelig arbejdsform i gymnasiets fysikundervisning. Organiseringen af undervisningen som gruppearbejde kan tjene flere forskellige formål og vare i kortere eller længere tid. Gruppearbejdet fungerer i mange sammenhænge som en elevaktiverende arbejdsform f.eks. i forbindelse med opgaveregning, men også som en hensigtsmæssig ramme for eksperimentelt arbejde eller i forbindelse med diskussion af indholdet i en tekst eller model som er forelagt.

Derfor taler vi ikke om noget meget veldefineret, når vi undersøger gruppearbejdets pædagogiske muligheder i undervisningen. Gennemgående er det dog, at ved gruppearbejde i fysik træder læreren noget i baggrunden til fordel for elevernes egen organisering af processen. Det er nu eleverne der i kortere eller længere perioder sætter dagsordenen, hvad enten der er tale om praktiske øvelsesforløb eller om faglige samtaler uden et stærkt praktisk islæt. I afsnittet om den lærerstyrede klassedialog så vi, at en egentlig faglig samtale eleverne i mellem kan have svært ved at udvikle sig, når læreren spiller hovedrollen. I denne artikel skal jeg undersøge netop den faglige samtale som den udfolder sig uden lærerens centrale tilstedeværelse. Det er hensigten at belyse de faglige muligheder og begrænsninger, som gruppearbejdet – forstået som elevernes egne faglige dialoger – tilbyder.

At gruppearbejdet er elevstyret betyder ikke, at læreren slet ikke spiller nogen rolle. Det typiske gruppearbejde former sig som en blanding af selvstændigt elevarbejde og besøg af læreren i gruppen. I stedet for at læreren strukturerer en fremadskridende dialog i hele klassen er der tale om en række parallelle forløb hvor lærerens medvirken eller indgriben sikrer at alle grupper er med, at ingen går i stå på grund af mere banale

problemer, at der er en vis disciplin osv. Læreren fungerer som en blanding af konsulent for selve processen og som den, der sætter de faglige sammenhænge og begreber på plads.

Hovedspørgsmålet i dette kapitel er, hvad det er, gruppearbejdet kan rent fysikfagligt set. Vi kan nemlig ikke blot forvente, at det øgede rum for selvstændig elevdialog i sig selv og med nødvendighed sikrer en (på lidt længere sigt) ønsket faglig progression – heller ikke selv om aktivitetsniveauet i gruppearbejdet tilsyneladende er ret højt og eleverne synes at arbejde målrettet. Det er ikke enhver faglig diskussion som rykker her og nu. I gruppearbejdet er der ikke nogen linearitet i elevernes faglige udvikling. På den anden side er det netop gruppearbejdets dyd, at eleverne får mulighed for at arbejde selvstændigt.

Der rejser sig derfor det dilemma for læreren, at man på den ene side ønsker at eleverne selv skal være med til at forme deres egen fysikfaglige udviklingsproces (konstruktivismens princip). Det kræver tid og plads til andet end kontant faglighed. På den anden side ønsker læreren en bestemt faglig progression indenfor nogle fastlagte tidsmæssige rammer. Selv i gruppearbejdet sætter eleverne således ikke selv hele den faglige dagsordenen. Læreren har en klar mening med den forelagte opgave og ser derfor også elevernes arbejde i det lys. En passende balance mellem styring og frihed må løse dilemmaet, men det er selvsagt også her, de pædagogiske vanskeligheder dukker op. Hvad er ”passende”? Hvor lang tid er nok tid? Hvad er forholdet mellem det, eleverne bruger tid på her-og-nu og deres faglige landevindinger på længere sigt. En lærer kan bruge sig selv som igangsætter, konsulent eller katalysator for elevernes arbejdsproces og på den måde forsøge at håndtere dilemmaet.

Mens læreren formodes at se gruppens arbejde som en enhed og forståelsesniveauet som fælles tager det sig muligvis anderledes ud for eleverne. Som det blev påpeget i artiklen ”Den lærerstyrede klassedialog” i denne rapport, råder eleverne ikke over samme faglige indforståethed som læreren og er derfor ikke på samme måde klar over, hvad det faglige mål med en forelagt opgave er. Der kan være en enighed på aftaleniveau mellem lærer og elever, og eleverne kan sagtens rette sig efter aftalen og gå i gang med arbejdet. Men af gode grunde mangler de den overordnede faglige ramme, som læreren altid selv refererer til. Desuden kan elever indbyrdes have forskelligt kompetence-niveau, og går derfor forskelligt til opgaven eller problemstillingen.

Selvom gruppearbejde ideelt set lægger op til at eleverne skal arbejde dynamisk sammen med et fælles mål, så kan man, som jeg også skal illustrere i det efterfølgende, konkret konstatere at processen ser anderledes ud. Gruppearbejde er en kompleks proces, hvor der viser sig en række vanskeligheder, som eleverne må bruge tid på. Det kan være svært at udvikle et ligeværdigt arbejde, hvor man bruger hinandens forskellige erfaringer for at nå frem til en fælles forståelse. Forskellige sociale processer i gruppearbejdet kan f.eks. gøre at forskellige kompetencer ikke bliver brugt. Der kan være manglende gennemslag hos én i gruppen, tendenser til afbrydende småsnak osv. Man kan føle at ens problemer overses, eller at det man har at sige ikke bruges osv.

Selv når arbejdet tilsyneladende er færdigt og den forelagte opgave formelt løst og læreren har fornemmelsen af at nu er målet nået – kan der være elever tilbage med forståelsesproblemer. Og de kan meget vel være uerkendte hos gruppen såvel som hos de enkelte elever. En formel løsning af en forelagt opgave kan således ikke automatisk opfattes som tegn på mere omfattende begrebsmæssig forståelse. Det er ikke noget særkende for gruppearbejdet, eftersom elever ofte har problemer med fysikkens begreber. Imidlertid er det interessant, at et relativt langt og selvstændigt forløb, hvor eleverne selv har været med til at sætte dagsordenen og derfor formodes selv at have

opdaget egne faglige begrænsninger, alligevel efterlader en situation hvor arbejdet er gjort uden at egne faglige begrænsninger tilsyneladende er indset.

OPVARMNINGSKURVEN

– ET EKSEMPEL

For at belyse gruppearbejdets proces indefra, vil jeg præsentere og analysere et eksempel på en konkret gruppeproces. Eksemplet bruges som afsæt til at fremhæve nogle – formodentlig – almindelige træk og problemer i forbindelse med gruppearbejdet i forskellige sammenhænge.

Eksemplet drejer sig om elevernes arbejde med opvarmingskurven. Forløbet finder sted i januar måned i 1. g. Klassen har i et par måneder arbejdet med varmelære – der er lavet forsøg med varmekapacitet og smeltevarme – nogle elever har også brugt varmelære i deres 10 timers projekt i efteråret.

Klassen har 3 fysiktimer i træk én gang om ugen. Eleverne er vant til en organisering af timerne der i høj grad er baseret på gruppearbejde og de arbejder i faste grupper fra gang til gang. Grupperne diskuterer blandt andet opgaver, den læste lektie og gennemfører forsøg.

Denne dag bruger læreren den første tid (femten til tyve minutter) til en introduktion omkring valg af fysik på højt niveau – eleverne skal snart udfylde valgfagsskema. Resten af timerne bruges på gruppearbejdet

Gruppearbejdet sker ud fra et arbejdsblad, som er udarbejdet af læreren. Opgaven er at forstå en opvarmingskurve for 1 kg vand. Kurven er tegnet i bogen (se figur nedenfor). Emnet er figuren og hvad den repræsenterer – eleverne er i forvejen, gennem det hidtidige arbejde, bekendt med, hvordan varmekapacitet og smeltevarme bestemmes ud fra kalorimeterligninger, men de har ikke udført forsøg, der fører til tegning af en opvarmingskurve.

Opgaven er en slags ”oversættelse” mellem figurens konkrete form og en faktisk opvarmning. Bogens figur og tal skal gives mening i form af

forståelse for, at hældningskoefficienten har noget med varmekapaciteten at gøre (den er den reciprokke hældning). Længden af de vandrette stykker afspejler overgangsvarmen i de to faseovergange.

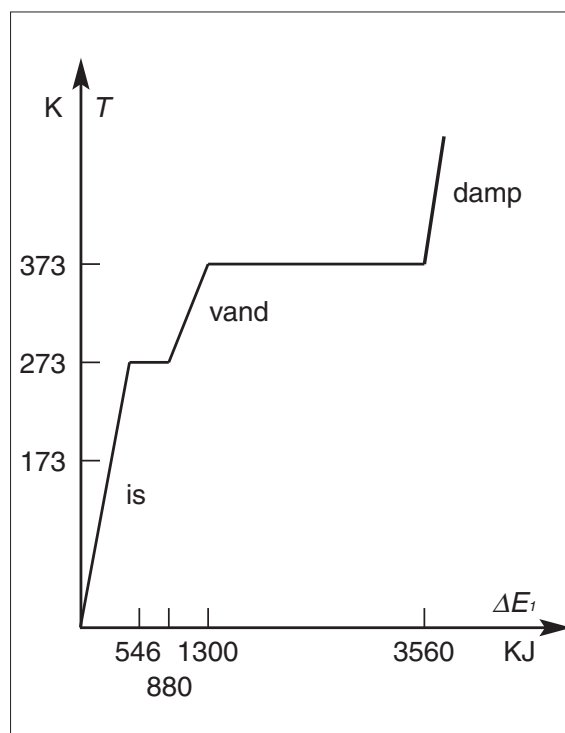
Vi følger en gruppe på 4 elever – Anja, Mette, Nicolai og Jesper gennem de ca. 2 lektioner. Opgaven struktureres af arbejds papiret – som eleverne løbende vender tilbage til. Med jævne mellemrum er der mulighed for at spørge læreren, når man er gået i stå. Gruppens faglige dialog afbrydes hyppigt af korte samtaler omkring andre emner. Af og til overtager denne ikke-faglige samtale i et længere tidsrum, men der vendes hele tiden tilbage til fortolkningen af kurven

GRUPPEARBEJDETS FORLØB

Observationen er organiseret med et videokamera med mikrofon fast knyttet til denne gruppes arbejde, der i øvrigt foregår i samme lokale som de øvrige gruppers arbejde. Til observationen er knyttet to observatører (i det følgende I og II) der dels ser på denne gruppes arbejde dels cirkulerer lidt rundt i klassen. Grupperne – herunder den observerede gruppe – spørger af og til observatørerne om problemer i forbindelse med arbejdet.

Gruppens dialog er efterfølgende blevet skrevet ud på baggrund af videobåndene.

De ”klip” der her bringes er et uddrag, men tidsrækkefølgen er bevaret.



Fra Amtrup og Trinhammer "Obligatorisk Fysik" Gyldendal 1992, s. 61

Først skal gruppens arbejde organiseres – denne gruppe har flere gange været genstand for observation og selv om der indledningsvis reageres på mikrofonens tilstedeværelse er der et ganske afslappet forhold til det at blive observeret. De skal i gang med at overføre bogens figur til eget papir for at kunne måle på den, derefter skal der tal på de forskellige processer (opvarmning, smeltning, fordampning).

Nicolai : (taler ned i mikrofonen) *You want to hear the most annoying sound in the world: duuut !?*

Mette: (griner): *Hold kæft hvor der bliver sagt meget pis på det bånd der*

Anja: *nja Nå..*

Nicolai: *Jeg håber de tager noget af det med – denne her måde lærer man ikke fysik på –*

Anja (griner)

Mette: *Årh det ved jeg da ikke – jeg har da lært rimeligt meget mens vi har siddet og lavet så meget pis – eller hvad – har vi ikke? ... Nå hvad står der her (tager papiret)*

Nicolai (nynner en melodi)

Nu kommer en kort afbrydelse om morgenfjern-

synet og det sidste gruppemedlem, Jesper, kommer og sætter sig. Gruppen går i gang med det egentlige arbejde. Grupperne er blevet opfordret til at læse tekster højt, hvis der er noget der skal forstås. Ikke alle grupper gør det – mange læser indenad – men i denne gruppe fungerer det fast sådan at én læser højt.

Jesper: *.....ja jeg er klar*

Anja: *Læser du højt Mette?*

Mette: *Øj ja .."Arbejde med grafer", "Arbejde med figuren side 61 i fysikbogen*

Anja: *Hov så skal vi jo have fysikbogen frem*

Mette: *ja*

Jesper (skal allerede til at afbryde her, men Mette læser videre)

Mette: *Start med at overføre figuren fra bogen til dit eget millimeterpapir, tilføj Celsiusgrader på andenaksen ved siden af Kelvingraderne*

Anja: *Hej Nina*

Anja (rejser sig og er væk en kort tid)

Jesper (gentager det læste) *tilføj Celsiusgrader på andenaksen ved siden af Kelvingraderne*

Mette: (læser videre) *Forklar de to .. (Nicolai smider sin bog på bordet, men det anfægter ikke Mette) de to vandrette dele af grafen. Hvor meget ændres den indre energi ved ...*

Anja (sætter sig igen) *arh, nu er jeg jo ikke med!*

Jesper: *Vi overfører bare figuren til at starte med*

Mette: *Ja godt nok..*

Jesper: *Vi skal overføre figuren*

Mette: (tager bogen) *Side 61*

Allerede her kan vi se nogle karakteristika ved gruppens arbejde. Der er hele tiden (mindre) afbrydelser fra enkelte gruppemedlemmer som måske nok distraherer men ikke stopper arbejdet. Som vi skal se senere, er der også meget længere afbrydelser, hvor arbejdet truer med at gå i stå og hvor alle deltager. I den ovenfor anførte sekvens er det Mette, og til dels Jesper, der sikrer at arbejdet kommer i gang. Generelt er det sådan, at der altid er nogen som sørger for at arbejdet påbegyndes (tit de samme elever).

Gruppen går nu i gang med at overføre bogens tegning til deres eget papir. Først skal den dog gennem et forløb, hvor det konstateres at ikke

alle har lineal, papir eller vinkelmåler med og undervejs er der fortsatte korte afbrydelser. De enes alligevel om at de nok må lave en tegning hver – det er nok "det de skal". På dette tidspunkt er der ingen diskussioner om, hvad det er der er vigtigt ved kurven – den forelagte opgave tages bogstaveligt. Figuren skal overføres så nøjagtigt som muligt og dernæst skal der sættes Celsius grader på. Eleverne har stor kompetence i sådanne overførelser af figurer fra folkeskolen men kun i form af opgaver, hvor der er fokuseret på figurens geometriske form. I den aktuelle opgave rækker kravet videre, idet eleverne skal arbejde med figurens fysiske betydningsindhold. I det foreliggende tilfælde er det centrale således ikke selve overførelsen, men det at man bevarer de afgørende karakteristika ved figuren som model for opvarmningen. Da eleverne ikke er opmærksomme på det, vokser der derfor et problem frem i den ellers tilsyneladende trivielle opgave:

Jesper: *Hvordan fanden tegner i den dernede (han mener under 273 Kelvin)*

Anja: *Men prøv at se – den går jo bare, det er sådan en tilfældig en, den kan jo ikke bare bruge*

Jesper: (delvist i munden på Anja) *Jeg har sat, jeg har sat tre tern i mellem, jeg har sat tre tern*

Mette: (peger i bogen) *Du kan jo se den går derud til og så går den derud til, bogens tegning er jo det væsentligste så meget står klart – det er den man først må forholde sig til*

Anja: *Ja, ja, men hvor skal vi så finde den på vores*

Mette: *Det er jo det..*

Jesper: *Jeg har sat tre op det er 173 og tre op igen, det er 273, så passer det vist meget godt ik'*

Anja: *Nej for den er jo mer' her – der er dobbelt så meget (måler efter i bogen)*

Jesper: *Nej der er ej – jo det er der sgu også – den er jo åndssvag at tegne*

Anja: *Så er der så meget her, og så er der én*

Nicolai: *Jeg har en ide*

Jesper: *Kan du ikke sige, hvor meget er "meget"?*

Anja: *Jamen så laver jeg tre og så laver jeg to mellem hver af de andre – har du ikke også gjort det – skal vi ikke gøre det? ("én, "to" og "tre" refererer til antal tern på Anjas papir)*

I første omgang viser problemet sig i, hvordan man kan få overførelsen nøjagtigt nok. Den forelagte graf er jo en model eller prototype for opvarmning og ikke en meget præcist optegnet kurve. Eleverne fokuserer imidlertid på grafens ydre form og ser f.eks. ikke på tallene på akserne som kunne være en vejledning. Ved ”bare at overføre figuren”, som Jesper sagde, er de ikke nået dertil, hvor de kan se på figuren som repræsentant for noget; at det er en model for opvarmning vi har med at gøre og at disse indre egenskaber er nøglen til overførelsen.

I gruppens arbejde er det Mette og Anja, der er centrale for, om gruppen som helhed kommer videre, mens bidrag fra Nicolai ofte negligeres – formodentlig fordi han blandt andet har status som gruppens fjllehhoved. Jesper er i høj grad fokuseret på at forstå, hvad Mette og Anja laver – eller måske snarere på at producere det samme produkt som dem. Konsensusøgning er et motiv i gruppearbejdet som træder tydeligt frem her og som hersker uanset om gruppen oplever at stå over for et problem eller ej.

FØRSTE INTERVENTION

Efter nogle flere forsøg med den nøjagtige overførelse, hvor Mette overvejer hvad der skal stå på temperatur-aksen, tjekkes om graferne er ens (i hvert fald hos Anja, Mette og Jesper). Problemet er stadig tilstede. Og da en observatør (I) kommer forbi anmodes om assistance.

Anja formulerer et ret upræcist spørgsmål, dels fordi problemet ikke er særlig klart for dem, dels måske for ikke at fremstille sin egen manglende forståelse alt for direkte. Observatøren famler tilsvarende lidt efter, hvor Anja (og gruppen ?) egentlig er henne i processen – han søger at henvende gruppens opmærksomhed på, hvor i figuren der kan hentes hjælp til problemet – nemlig at der er nogle fikspunkter (smeltepunkt, kogepunkt), hvorfra overførelsen kan tage sit udgangspunkt, men det siges ikke direkte – gruppen må selv arbejde mere med figuren. I første omgang negligerer Anja dette og fortsætter ad gruppens hidtidige vej: løsningen ligger i en endnu mere præcis overførelse (nu også med bevaret målestok).

Anja: *Er det ligegyldigt om den bliver præcis, vores graf?*

Jesper (griner)

Observatør (I): *Det er jo spørgsmålet om hvad I skal bruge den til ik'*

Jesper: (peger i bogen) *Vi skal have overført den der ik'*

Anja: (peger også i bogen) *men prøv at se der – ik' også – de starter jo bare dér, der er 1 cm mellem hver af dem ik', men den der er 1,7, hvis jeg så skal rykke den over skal jeg så lave den større eller hvad fordi – ellers er det jo lidt åndssvagt* (peger på akserne)

Anja refererer til at de har målt forskellige afstande på grafen med en lineal. Observatøren prøver at henvende opmærksomheden på at de først og fremmest skal overføre de punkter, der også er angivet med tal på akserne og som svarer til begyndelse eller afslutning af en faseovergang. Dialogen fortsætter, idet Anja fastholder at det er vigtigt at figurens geometriske proportioner bevares.

Observatør (I): *Du skal bare sørge for, at de punkter hvorimellem du lægger de rette linier (peger i bogen) f.eks. det punkt skal du lægge fast et eller andet sted ik', og så kan du bare tegne en ret linie ik'*

Anja: *Nårh okay – så kan vi jo bare lave dem i samme størrelse skal vi ikke det?*

Observatør (I): *Det behøver du jo ikke, du kan jo godt forstørre den – du skal jo bare sørge for at have et målepunkt* (peger igen i bogen)

Anja: *Men så bliver den jo ikke rigtig*

Jesper forsøger med en mere fri tolkning af observatørens kommentar. Han tager kun den første del med – nemlig at det ikke er afgørende med en præcis overførelse af grafens ydre form – og undlader at tage henvisningen til de bestemte punkter med. Nicolai synes imidlertid at have forstået hvor observatøren vil hen.

Jesper: *Må vi godt lave den samme størrelse derfra og dertil som mellem derfra og dertil* (peger på grafens vandrette stykker) *Må det godt være samme størrelse?*

Observatør (I): *Nej det kan det jo ikke være vel – det kan det jo ikke være. Det jeg siger er, at I skal bare vælge nogle punkter hvor I sætter – det punkt der for eksempel, hvor den ender (peger i bogen på det sted hvor smeltningen begynder) det skal I sætte fast og så tager I en ret linie*

Anja: *Der må godt blive lidt længere dér mener du, og lidt kortere der...*

Nicolai: *Ja for du har jo stadig værdierne ude på akserne så du kan se..*

Observatør (I): *Ja (nikker)*

Anja: *Okay det er godt (går i gang med at tegne selv)*

Nicolais kommentar kommer ikke til at spille nogen rolle i det fortsatte gruppeforløb. Det er således helt utilstrækkeligt i et gruppearbejde at kunne bidrage med faglige refleksioner, hvis ikke disse kan, eller vil, blive forstået af de øvrige gruppemedlemmer. De øvrige tre deltagere sætter selv deres egen dagsorden for, hvad der fagligt set bliver indholdet af gruppearbejdet. Nicolai mangler autoritet til at rykke ved denne dagsorden. Dette mønster fortsætter gennem resten af forløbet og er en medvirkende årsag til, at der bruges relativt meget tid på bestemte procedurer, mens der til gengæld sker meget få perspektivskift. Fortsættelsen af gruppedialogen illustrerer dette. Gruppen udbad sig jo egentlig ikke hjælp, der vedrørte fortolkningen af figuren – det kommer først som næste punkt på arbejdseddelen. Selvom fortolkningen jo faktisk er en hjælp for at se, hvad der skal overføres, går gruppen videre ad den vej de var i gang med. De efterspurgte et simpelt svar på overførslen af figuren. De har fået at vide, at de kun behøver at overføre nogle bestemte punkter. Det gør de så, men de er stadig fokuseret på den formelle overførsel snarere end på det egentlig væsentligste, nemlig hvad det er, figuren repræsenterer.

Efterhånden er den første del af figuren blevet overført. Der mangler det sidste stykke i dampfasen. Her er der ikke nogen tal at forholde sig til, og derfor bliver det første kriterium at de i det mindste har den samme tegning. Dynamikken i arbejdet er fortsat at Nicolai er delvist koblet af og mest blander sig med småbemærkninger, mens

Jesper mest forholder sig til, hvorvidt han har det samme som pigerne.

En kort spørgsmål til en passerende lærer omkring, hvordan man skal tegne den sidste del af kurven, fører til en opmærksomhed på at hældningen måske betyder noget. Men den praktiske konsekvens bliver igen et fokus på overføringen, der prøves gjort mere nøjagtig med hjælp af en vinkelmåler. Tallene i det efterfølgende refererer igen til ternene på elevernes papirer.

Mette: *Og så lige den sidste, den skal så et stykke derudaf*

Anja: *Vi lavede halvanden, en halvanden – var det ikke sådan Jesper*

Mette og Jesper: *Jo*

Mette: *Men hvor sætter vi den sidste*

Anja: *Bare pokker i vold – 5*

Jesper: *Men skal vi ikke lave dem ens*

Anja: *Jo skal vi så ikke sige 5 eller sådan noget 3*

Jesper: *3? 3 af sted på den sidste mener du eller hvad?*

Anja: *En, to, tre eller skal vi måske sige fire skal vi ikke sige fire*

Jesper: *Jo jeg tror snarere 4 eller 5*

Anja: *Vi kan sige fire eller 5 – jeg er ligeglad*

Jesper: *Fem!*

Anja: *Okay*

Mette: *Så havde jeg ikke behøvet at viske ud*

Anja: *Nårh ja – den går fra nul og derud går den op til 273*

Jesper: *Så skal den bare fortsætte lidt derop af – sådan lidt skråt derop af – hvordan fortsætter I så jeres skråt derop af? Anja, hvordan ser din ud?*

Anja: *Sådan her*

Jesper: *Passer det ikke meget godt. Hvordan skal vi så fortsætte, hvad skal vi sætte som fælles punkt når den bare går skråt op*

Nicolai: *Skråt op*

Gruppen er nu færdig med at overføre grafen og skal videre til den anden del af det første spørgsmål. Jesper forlader i længere tid gruppen (for at ringe til sin kæreste viser det sig senere). De øvrige fortsætter, som de bliver bedt om i arbejdsrapiret, med at sætte tal på akserne. Derefter går de i gang med at forklare de vandrette dele af grafen.

I sekvensen nedenfor er der for første gang fra gruppens side opmærksomhed på, hvad det egentligt er grafen repræsenterer. Anja læser op fra bogen, men Mette mener det er irrelevant. Det der står i bogen kan ikke være nødvendigt for at løse den simple opgave. Hun er stadig fokuseret på selve overførslen. Diskussionen omkring Celsius og Kelvin viser også nogle problemer i at se sammenhæng mellem graf og opvarmning af vand. Omvendt er der ingen problemer med at se, hvornår der er is, vand og damp, og at de vandrette stykker på grafen er smeltning hhv. kogning. Det diskuteres slet ikke. Formentligt fordi det er diskuteret tidligere i undervisningen, at ved faseovergang ændres temperaturen ikke, mens der tilføres energi.

Mette: *Altså den første der (om de vandrette stykker) det er jo fordi isen lige skal have lov at smelte vel – det kræver også energi ik'*

Anja: (kigger i papiret og senere i bogen) *Hva', hva'*

Mette: *Jeg tror ikke du behøver læse det der (peger i bogen) Det tror jeg ikke du behøver at læse*

Anja: *Jo, jo det stod der (læser op fra bogen) Figur 63 viser hvordan temperaturen af 1 kg. vand ændres ved fortsat energitilførsel*

Mette: *Har i husket at sætte Celsiusgrader på herude (peger på Nicolais tegning)*

Nicolai: *Det er nul det her – Celsius nul*

Mette: *Jah*

Nicolai: *Jeg skal lige have skrevet is her, vand det er et meget lille stadie det vand man får – hvad er det her, det er nul ik'?*

Mette: *273 det er 0*

Nicolai: *Og 370 det må være hundrede*

Mette: *370, det er hundrede grader, og 173 det er minus hundrede grader*

Nicolai: *Var det minus hundrede det her?*

Mette: *Øh ja*

Anja: *Men det kan da ikke.. is, vand. Jeg tror faktisk den skal ligge her, der er 80 grader (peger i bogen)*

Nicolai: *Det er jo lige meget, det kan man jo måle imellem, det har du jo to punkter til, det betyder jo ikke noget*

Anja og Nicolai (fortsætter med at kontrollere deres tegninger)

Anja: *Og det er damp. Det kan da ikke passe at 1 kg is smelter – det er jo ikke is op til 273 grader*

Nicolai: *Det er jo Ce – det er jo Kelvin*

Mette: *Jo fordi det er jo grader Kelvin, 273 det er grader Kelvin, det er lig med nul grader Celsius, så meget har jeg da lært*

Anja: *Så meget har jeg i hvert fald ikke lært!*

Mette: *Hvad så – har I fundet ud af hvad I skal have på højt niveau? Jeg skal have kemi som toårigt – og så fysik som etårigt, og så ved jeg ikke, hvad jeg skal have som mellemliveaufag. En sjov uddannelse – meget eksperimentel*

Gruppen skal nu have skrevet svaret på det første spørgsmål ned – altså at der er to faseovergange hvor temperaturen ikke stiger. Det kunne se ud som en triviell opgave. Alligevel er de meget lang tid om at blive færdig med det. Jesper vender tilbage og der bliver en længere afbrydelse for at diskutere, hvorfor han ikke har kunnet få fat på kæresten. Afbrydelsen giver anledning til at hele gruppen i længere tid ikke diskuterer fagligt og da de vender tilbage til stoffet, er koncentrationsniveauet meget lavere.

Anja: *Ja der er to vandrette streger på grafen fordi at det er dér der sker en faseovergang – eller hvad skriver vi?*

Nicolai: *Ja faseovergangen kræver mere energi*

Jesper: *Der er to vandrette streger på grafen fordi hvad?*

Mette og Nicolai: *Fordi der sker en faseovergang*

Mette: *Hvor temperaturen ikke stiger, men der kræves energi*

Nicolai (synger)

Anja: *Fordi hvad*

Mette: *Hvor temperaturen ligger stille, men der bliver brugt en masse en..*

Jesper: *Hvad gør man så hvis – tager man så hen til hospitalet, hvis der er noget*

Problemet med at Jesper ikke kan få fat på kæresten dominerer fortsat dialogen og forestillingerne om årsagen til at han ikke kan få fat på hende giver fantasien frit spil – hospitalet og skadestuen kommer nu på banen. Under disse omstændigheder er det vanskeligt at få afsluttet det med de vandrette streger. Faktisk er det jo nok at konsta-

tere at der sker en faseovergang. De øvrige præciseringer er ok, og findes i øvrigt godt beskrevet ved siden af figuren i bogen (som Mette ikke mener man skal kigge i), men øger egentlig ikke forståelsen. Fordi koncentrationen er lav, er der ingen der skærer hurtigt igennem og konstaterer at nu er spørgsmål a) besvaret. Der sker simpelthen det at Anja og Mette på et tidspunkt går videre til opgavepapirets andet spørgsmål b) uden at der er kommet en formel konklusion.

Selvom Anja og Mette beslutter sig for at gå videre, kommer de ikke umiddelbart i gang – de overvejer at kigge i nogle bøger de har brugt i forbindelse med 10-timers projektet, men læser ikke i den bog hvor grafen er. Nicolai har overtaget mikrofonen og ”interviewer” andre om holdning til nazisme, Combat 18 mv. Senere går han over til at lege reklame for Duracel-batteri (den med kaninen der slår på tromme). Efterhånden bliver larmen lidt vel meget og læreren griber ind. Anja og Mette benytter anledningen til igen at prøve at komme i gang.

Anja og Mette: *Vi er i gang med b'eren*

Mette: *Der er bare noget af denne her sjove tekst vi ikke forstår*

Anja: (Læser op fra opgavepapiret) *Hvor meget ændres den indre energi*

Lærer: *I skal bruge grafen naturligvis*

Nicolai og Anja: *Ja, ja*

Jesper: *Og der siger de at L_s det var, det var den specifikke overgangsvarme for hvad for noget*

Lærer: *Smeltevarme*

Mette: *Smeltevarme*

Nicolai: *Du sidder vel ikke og tegner i bogen unge dame*

Mette: (læser op) *Er lig med henholdsvis L_s og L_f*

Lærer: *Ja den ene er lig med L_s og den anden lig med L_f*

Mette: *Nårh på den måde*

Anja: *Men det er jo ikke energi (peger i bogen)*

Nicolai: *Jo*

Som det fremgår har der ikke været nogen grundig diskussion af spørgsmål b) i gruppen, så muligheden for at spørge en lærer tages mere som en anledning til at komme i gang, end fordi der

er et dybtfølt problem i gruppen. I bogen står der i øvrigt direkte:

”Den mængde energi der pr. kilo tilføres ved smeltningen kaldes smeltevarmen og kan aflæses på x-aksen som længden af det vandrette plateau”.

Gruppen har fortsat vanskeligheder med at koncentrere sig om arbejdet. Vi springer igen en afbrydelse over. Mette har nu fået trukket det ene tal fra det andet og fundet ud af, hvor meget der bruges på at smelte isen – de andre er endnu ikke helt med.

Anja: *Nå kom nu, nu tager vi os lige sammen bare 5 minutter*

Mette: *Altså – der bruges 334 kilo Joule på at smelte isen ik' – på at smelte et kilo is*

Anja: *Der bruges to hundrede hvad?*

Mette: *334 kilo Joule på at smelte et kilo is*

Anja: *Mm*

Mette: *Må jeg lige prøve at se den sjove der (rækker ud efter en bog)*

Anja: *Og den får vi jo rigtig nok ved at dividere energien med massen ik' – og hvad er det vi skal finde ud af?*

Mette: *Ved du hvad det er jeg har gjort der – jeg har bare trukket de to – det der fra det der*

Anja: *Og så får du så det der?*

Mette: *Så er den jo også lig med det den skulle have været*

Anja: *Jamen det forklarer sgu ikke en skid Mette, det gør det jo bare udenom (fumler med lommeregneren)*

Nicolai: ... (nynner, til sidst brummer og synger han ned i mikrofonen) *i åhy i åh i.. (gøtages)*

Anja: *Den der bliver altså ikke helt ens*

Mette: *Hvad får du den til ?*

Anja: *Jeg får den til 2260*

Mette: *2260*

Nicolai: *Så er det fordi du har brugt et afrundet tal*

Anja: *Jamen det har jeg også, jeg brugte de to – hvad brugte du?*

Mette: (sidder med lommeregner) *Clear – jeg sagde bare 880 minus hvad hedder den så fem hundrede og..*

Anja: *Ja, så passer den med smeltevarmen..*

Nicolai: (synger) *all the leaves are brown..*

Anja: *Nej Nicolai hold nu op – smeltevarmen Nicolai: (singer videre) and the sky is grey*
 Anja: *And the sky is green*
 Anja: *Og så skal vi finde den der fordampningsvarme ik'*
 Jesper: *Det er helt i orden*
 Mette: (mumler mens hun bruger lommeregner) *Minus tretten komma – 2260, det er jo så fordi vi har brugt afrundede tal.*
 Anja: *ja?*
 Mette: *At vi får den der afvigelse fra...*
 Anja: *Men, men, men hvad gør vi så, hvordan forklarer vi det?*
 Jesper: *Kom nu piger. I kan godt!*
 Mette: *Vauuh!*

Som det fremgår har Mette – og måske også Anja – nu forstået, hvad det er, der bliver spurgt om i opgaven og har udført det, men de har stadig det oprindelige problem tilbage: Hvad er egentlig sammenhængen mellem modellen og det, den repræsenterer? Anja er ikke tilfreds med at man tilfældigvis får det samme tal som is' smeltevarme ved at trække to værdier fra hinanden. Nicolai – som i forrige klip egentlig bidrog med noget – har igen sat sig udenfor, mens Jesper her uden blusel læner sig op af pigernes arbejde.

Jesper forlader kort efter gruppen igen. Anja beslutter sig for at drøfte problemet grundigere med en observatør (II).

ANDEN INTERVENTION

Anja: *Vi bliver altså lige nødt til at spørge – hej (fløjter) .. vi må spørge. Hør her vi skal forklare det der ik' også, – hvor meget ændres den indre energi ved..*
 Observatør (II): *Ja, ja*
 Anja: *Har du læst det før*
 Observatør (II): *Ja jeg kender godt opgaven*
 Mette: *Men hvorfor er de lig med hinanden det er det vi gerne vil ...*
 Anja: *Hvis vi minusser den der med den der ik' også så får vi de 334, hvis vi minusser..*
 Observatør (II): *Prøv lige – det tal og det tal, det er det der svarer dertil og dertil ik'*
 Anja: *Ja*
 Observatør (II): *Ja*

Anja: *Og hvis vi minusser de to så får vi så den der – fordampningsvarmen ik'*
 Mette: *Næsten*
 Anja: *Men vi kan bare ikke forklare hvorfor de to – altså hvor meget ændres den indre energi ik'*
 Mette: *Hvorfor de to tal er ens, det er det vi ikke kan finde ud af*
 Observatør (II): *Er de ens? Det tal er jo ikke lig med det tal vel (peger på papir)*
 Mette: *Nej men det tal er lig med det tal og det tal er lig med det tal (peger skiftevis i henholdsvis papir og bog)*
 Observatør (II): *Okay – men hvad er det der sker der (peger på grafen – hele den efterfølgende dialog er knyttet til den graf Anja har, Mette kigger med)*
 Mette: *Der smelter isen*
 Anja: *Der er faseovergang*
 Mette: *Der er faseovergang*
 Observatør (II): *Der er faseovergang, al det der, der går energien til at smelte isen ved 0 grader ik', der starter den med at være is ved 0 grader og så smelter den og bliver vand ved 0 grader og det sker dér alt sammen, der sker faseovergangen ved konstant temperatur og det er præcis det der står her, det er smeltevarmen, det er præcis hvor meget energi der skal til at smelte – hvor mange kilo Joule der skal til at smelte ét kilogram is ved 0 grader*
 Mette: *Og det er jo det vi lige har regnet ud..*
 Observatør (II): *Det er præcis det der står der, det skulle gerne give det samme 334 kilo Joule*
 Anja: *Når vi minusser det med det og det med det*
 Observatør (II): *Ja og så ved fordampning, det er hvor meget energi der skal til at fordampe vand ved 100 grader, der har du også vandet ved konstant 100 grader og der går det fra at være vand til at blive damp*
 Anja: *Jeg forstår ikke hvorfor man kan minuse den med den og så bliver det det. Nåh fordi det er energien, der tilføres*
 Observatør (II): *Ja, ja præcis, for her starter du med 1300 Joule og du bliver ved med at tilføre energi*
 Anja: *Og der sker ikke noget*
 Observatør (II): *Og der sker ikke noget, du bliver stadig ved med at være 100 grader og så bliver det damp, damp, damp og til sidst er det damp alt sammen*
 Anja: *Okay så forstår jeg det godt*

Observatør (II): *Ik' der, der er det is, først varmer du isen op og så bliver isen varmere og varmere, og når isen så bliver 0 grader og du tilfører stadig varme ik'*

Anja: *Ja*

Observatør (II): *Så smelter isen bare, nu kan den jo ikke blive varmere så den smelter, du tilfører stadig varme hele tiden og til sidst er al isen smeltet*

Anja: *Ja og så kan den igen*

Observatør (II): *Så begynder den – så er det vand og så varmer du vandet op, og så er det 100 grader og så kan vand jo ikke blive varmere og så begynder det at fordampe, og i løbet tilfører du hele tiden den samme energi hele tiden – et eller andet, det kan måske være den er i en elektrisk kedel*

Mette: *Ja*

Observatør (II): *Der er i en stikkontakt, der får du jo den samme energi hele tiden, så derfor hele den energi, der kommer der den går alt sammen til at fordampe vand, og derfor svarer det til fordampningsvarmen den energiforskel her*

Anja: *Ja, årh ja, så er det godt (Observatør (II) går) – hvad skriver vi så?*

Det er først i løbet af denne forholdsvis lange sekvens at det til fulde går op for Anja og Mette (og måske også Nicolai – Jesper er ikke tilstede nu) at figuren repræsenterer en konkret opvarmning og at tallene på figuren – fordi det netop er ét kilo det drejer sig om – giver hhv. den specifikke smeltevarme og den specifikke fordampningsvarme som længden af de vandrette stykker. De var egentlig temmelig nær, kunne man synes – men to aspekter er måske centrale.

For det første var gruppens klarhed over problemet ikke særlig stor. De havde *arbejdet en del, men ikke egentlig kæmpet med noget problem undervejs* – og derfor kunne de heller ikke se, at det de havde *lavet egentlig var løsningen*. Et sådant arbejde virkede åbenbart meningsfuldt nok for gruppen, men set i relation til at give opgaven den mening, der lå i det forelagte materiale, har det ikke rakt. I den forbindelse må man huske at de allerede i forbindelse med overføringen havde det samme problem med at kunne overskue at grafen faktisk repræsenterede noget helt konkret, nemlig opvarmningen af vand.

For det andet er der stor usikkerhed i gruppen. Eleverne har åbenbart *brug for, at en autoritet (Observatøren) går ind og udlægger deres eget arbejde for dem*. Det kan ligge i, at der ikke i denne gruppe er en sådan autoritet, men det ligger også i at det skriftlige materiale – opgaven og bogsiden – ikke indeholder eksempler på løste opgaver som eleverne kan *tage model efter*.

Selvom man nu kunne tro at gruppen er færdig med de vandrette stykker på grafen, er der en vigtig fase tilbage – nemlig *formuleringen* af svaret på spørgsmålet der er stillet i opgaven ("Forklar de to vandrette dele af grafen. Hvor meget ændres den indre energi ved 273 K og 373K?").

Der gøres flere tilløb. Problemet er at få skrevet at længden af de vandrette stykker er ændringen i indre energi for vandet, og at det netop er den specifikke overgangsvarme, fordi der er et kilo. Det er Mette, der tager initiativet. Nicolai viser omsorg for Jesper ved at skrive gruppens svar ned til ham. Selve det formelle *resultat* af gruppearbejdet – deres fælles svar – er vigtigt for dem. Var det idræt man var i gang med – eller anden træningsaktivitet – ville alle være klar over at det er i processen det vigtige ligger eller at resultatet først og fremmest er en form for evaluering af processen. Naturligvis er eleverne også klar over, at arbejdsprocessen i fysik ikke kan undværes, men fysik opfattes også som et fag, hvor resultatet tæller.

Mette: *Det må være noget med oh.. Den indre energi ændres så og så meget ved 273 grader Kelvin fordi der her..*

Anja: *Okay ... den indre energi ..– den indre energi – hvad?*

Mette: *Ændres trehundredeogtre – trehundredeogtredive Kilojoule ..*

Anja: *Tilføres ik?*

Nicolai: (for sig selv) *.. den indre ..*

Mette: (til Anja) *Nej for der står jo, hvor meget den ændres ved 273*

Anja: *Ja okay – den indre energi ændres .. (skriver videre)*

Det er meget vigtigt for gruppen at der er ét fæl-

les svar – og det er formentligt den fælles usikkerhed, der kommer til udtryk i at de *hele tiden sikrer sig konsensus* også om detaljer i formuleringen af svaret, som det fremgår ovenfor. Det tager en del tid, selvom der i denne sekvens er tale om en relativ koncentreret arbejdsindsats uden afbrydelser.

Gruppen tager hele tiden udgangspunkt i Mettes formuleringer og tiltemper så – det bliver ikke nødvendigvis en meget mundret eller præcis formulering – men det virker som om, det er en proces, de er meget vant til i gruppearbejde. Alternativet – at de hver for sig prøver sig frem og så diskuterer – overvejes slet ikke.

Den endelige formulering bliver: ”Den indre energi ændres med 334 kilo Joule pr kilogram ved 273 grader Kelvin, fordi der her sker en faseovergang, hvor isen smeltes og bliver til vand. Fordi vi smelter et kilo is må det være lig med smeltevarmen.” Formuleringen er ok men ikke helt præcis – eller måske rettere den er overpræcis f.eks. i at skrive at den indre energi ændres med 334 kilo Joule *pr. kilogram*.

Men nu er der skabt en ramme for, hvordan det næste svar skal formuleres (fordampningen) og det går derfor fuldstændig glat. Men bemærk at *hele processen alligevel italesættes for at sikre fuldstændig konsensus*. Og det er først til sidst at Anja formelt afklarer at de jo faktisk bare skal skrive det samme som før.

Anja: *Hvor er min graf? Nå ved 300 og hvad..*

Mette: *Tre og halvfjerds grader Kelvin øh ændres øh ændres den*

Anja: *Ændrer vandet fase til damp ik’*

Nicolai: *Ændres*

Anja: *Ændres vandets fase fra vand til damp ik’*

Nicolai: *Ændres den indre energi ik’*

Mette: *Øh, øh ja ændres den indre energi med så og så meget fordi der her sker en faseovergang fra vand til damp altså en fordampningsproces*

Nicolai: *...indre energi med 260 – eller hvad er det*

Mette: *2260 tror jeg det var – jo ja (kigger efter)*

Anja: *Det er kilo Joule gange Kelvin ik’*

Mette: *Jo – nej egentlig så er det blot kilo Joule*

(Anja visker ud)

Mette: (mumler videre mens hun skriver) ... *sker der en faseovergang.*

Anja: *Har du skrevet da der sker en faseovergang?*

Mette: *Ja – fra vand til.*

Nicolai: *Da vand skifter fase til damp*

Mette: *Damp – dette er en fordampningsproces*

Nicolai: *Mm*

Mette: *Og da det er ét kilo vand må det ...*

Anja: *...da der sker fra vand til damp* (det sidste i kor med Mette)

Mette: *Dette – denne faseovergang øh nej*

Anja: *Denne faseovergang er lig med øh fordampningsvarmen eller hvad der står*

Mette: *Da det er et kilo vand vi fordamper*

Anja: *Ja*

Nicolai: *Det må jeg lige ha’*

Mette: *Ja – dette tal må det jo så være..*

Nicolai: *Dette ciffer, disse cifre*

Mette: *Dette tal er lig med...*

Anja: *Når vi smelter ét – når vi fordamper ét kilo vand, må dette være lig fordampningsvarmen for vand ik’*

Mette: *Jo*

Anja: *Det skrev vi før så det skriver sku bare igen*

Anja: (for sig selv) *Da vi smelter – da vi fordamper et kilovand* (rækker efter viskelæder)

Nicolai: *Da vi ..*

Mette: *Fordamper et kilo vand må dette tal være – det må være lig med fordampningsvarmen for vand*

TREDJE INTERVENTION

Nu er gruppen i gang med den tredje lektion. De skal til de skrå stykker på grafen. Her støder de på et ord de ikke er fortrolige med, nemlig ’reciprok hældningskoefficient’. ’Hældningskoefficient’ kender de fra matematik og ’reciprok’ har måske været nævnt i matematik nogle gange, men hvad meningen er hér er de ikke klar over. Igen søger gruppen uden for den konkrete figur for at forstå det problem, der ligger i bogens formulering om grafen og som gentages i det spørgsmål, som læreren stiller på opgavearket. Og i en dialog kun inden for gruppens rammer er det ikke let at komme videre.

Mette: (læser op) *I teksten står der at varmekapaciteten er den reciprokke hældningskoefficient, benyt*

grafen til at udregne den reciprokke hældningskoefficient og dernæst hældningskoefficienten for de dele af grafen..

(Lidt mumlen)

Mette: Nå ja, i teksten står der varmekapa...

Anja: Hvad er det nu reciprokke

Mette: Den omvendte

Anja: Näh den omvendte funktion ik'

Mette: For eksempel den reciprokke, den reciprokke af cosinus det er cosinus i minus første

Anja: Første okay ja

Mette: (læser videre op) For de dele af grafen der er markeret med is

Anja: I teksten står der at varmekapaciteten er den reciprokke hældningskoefficient

Mette: Det har vi jo læst op en gang

Anja: Jamen vi skal jo lige forstå det (der mumles) det vil sige, at det der er hældningskoefficienten, det der det er lig hvad?

Mette: Hvafførnoget det der det er hældningskoefficienten

Anja: Vi skal finde den omvendte hældningskoefficient, hvordan finder man den?

Mette: Øh det er varmekapaciteten åh (der grubles)

Anja: (læser op) I teksten står der at varmekapaciteten er den reciprokke hældningskoefficient, benyt grafen til at udregne – til at udregne – den reciprokke hældningskoefficient og dernæst hældningskoefficienten

Mette: Der må også stå et eller andet om hvordan man gør – er der nogen af jer der ved hvordan man gør? Kan din lommeregner finde ud af hvordan man gør sådan noget (kigger på Nicolai)

Nicolai: Hvad – lave den omvendte funktion eller sådan noget? (griber efter lommeregneren)

Mette: Ja vi skal have den reciprokke hældningskoefficient af den graf der

Nicolai: Vi kender ikke – vi kender ikke forskriften

Og sådan fortsætter det et stykke tid – de når frem til at de har både en x-værdi og y-værdi men kan "ikke finde en formel" og ender med at spørge Observatør (II).

Mette: En eller anden skulle vi i hvert fald nok spørge – hvordan finder man den reciprokke hældningskoefficient?

Observatør (II): Hvad betyder reciprokke

Mette og Anja: Det betyder omvendte

Observatør (II): Så hvad skal vi finde først?

Mette: Hældningskoefficienten

Observatør (II): Ja og den kan vi finde den omvendte af

Anja: Og hældningskoefficienten hvad er det, det er øhm

Mette: Det er hældningstallet, hvor meget den stiger når du går én ud

Anja: Ja og det er ligesom det var en ret linie hvad ville det så være?

Mette: Øhm hvis det er denne her linie så..

Anja: Så ville det være ået ik' a gange x

Mette: a jo ax plus b, a det er hældningskoefficienten

Anja: ax og b det er bare der hvor den starter

Mette: Det er der hvor den skær anden-aksen det er nul komma nul

Anja: Den skær' anden aksen i nul komma nul

Mette: Altså må den hedde et eller andet sjovt

Observatør (II): Men du har ret i det du sagde Mette, hvad sagde du, prøv en gang at sige det igen, det første du sagde med hvordan man finder

Mette: Øh det er noget med at man går én ud så skal man se hvor højt den går op

Observatør (II): Ja hvor højt op når man går én ud, det er faktisk rigtigt, man kan også tage to tal – altså tage to tal her og det tilsvarende to tal her og så dividere og så dividere de to tal med de to tal ik' og det svarer til at gå en..

Mette: Det var jo det vi lærte, det der med delta – delta sjov

Observatør (II): Delta x divideret delta y

Mette: Ja, ja den der sjove der

Observatør (II): Det har I haft om i matematik ik' prøv at se om I kan bruge det

Nu kommer Jesper tilbage og dialogen om hældningskoefficienten går i stå. Observatør (II) spiller i denne dialog en meget tilbageholdende rolle. Det viser sig nemlig at eleverne er ret tæt på selv at kunne løse problemet med at forstå den reciprokke hældningskoefficient. Det at have en konkret person at være i dialog med, hjælper gruppen. Først og fremmest tjener observatørens tilstedeværelse til at få gruppens egen opmærksomhed rettet mod noget, de allerede kender og på

den rækkefølge opgaven skal løses i (find først hældningskoefficienten). Jesper' tilbagevenden afbryder kortvarigt gruppens arbejde. Der skal fortælles at han har fået fat på kæresten og at der ikke er grund til bekymring.

Da gruppen genoptager arbejdet viser der sig problemer med at "bruge det de har haft i matematik". Faktisk har Mette jo formuleret at hældningskoefficienten er "hvor meget den stiger når du går én ud" altså en fuldt ud rigtig bestemmelse, men bare ikke anvendelig her, hvor man ikke kan gå en ud og aflæse a. Mettes bestemmelse er den, de fleste elever er bekendt med fra folkeskolen.

I matematik har klassen for en del tid siden arbejdet med andre bestemmelser af hældningskoefficient og gruppen er klar over at det er dem, de skal i gang med at bruge. De kan imidlertid ikke lige huske, hvordan det var med Δy , Δx , y_2 , y_1 og x_2, x_1 . Det er noget med en brøkstreg... og så har man jo kun et punkt (546, 273), der skal jo bruges to punkter. De prøver at huske formlen i stedet for at tage udgangspunkt i den bestemmelse, de har og så generalisere den (sådan som man formentligt gjorde i matematikundervisningen). Da det ikke går, må der en ny henvendelse til Observatør (II).

FJERDE INTERVENTION

Mette: *Hvordan vil vi finde ud af hvad hældningskoefficienten er?*

Jesper: *Øhm ja, det måler man jo ved at udregne delta...*

Mette: *Ja, det var den der sjove der vi havde da vi havde halv blok dag i matematik..*

Jesper: *Det er den der med x_1 minus x_2 over y_1 minus x_2 , eller sådan noget y_2*

Anja: *Nej var det ikke x_1 divideret med y_1 og y_2 divideret med y_1*

Mette: (spørger Observatør (II)) *Er det x der skal øverst eller y i den der delta sjov*

Jesper: (til Anja – sidder nu med lommeregner) *Hvis du vil gemme skal du trykke store 1, hvis du vil slette trykker du bare på store 1 igen*

Mette: *$x ? y ?$*

Observatør (II): *Det er hvor meget den der går op hver gang du går et vist stykke ud af den der*

Jesper: *Ja*

Mette: *Så er det x der skal øverst?*

Observatør (II): *Prøv lige at se her – hvor meget den der går op når vi går et vist stykke ud – og hvis du så vil have den der til at gå stykket ét ud, den der ét ud, hvor meget går den der så op, det vil sige hvor meget skal den der være...*

Jesper: *Må jeg ikke lige spørge om noget, kunne man ikke bare gøre sådan her vi tager de der to punkter og så går man der op og derud og derop og derud ..*

Anja: *Jamen problemet er Jesper – Jesper –*

Mette: *Vi aner..*

Anja: *Vi aner ikke hvad der skal stå der...*

Jesper: *Det er det jeg er i gang med sige*

Observatør (II): *Så fortsæt Jesper*

Jesper: *Hvis vi har x_1 dér og y_1 der..*

Observatør (II): *Ja*

Jesper: *Så siger vi den..*

Observatør (II): *Du kan også kalde den her for delta y og den der for delta x*

Jesper: *Ja det er afstanden herfra der – er det ik'*

Observatør (II): *Ja, ja*

Jesper: *Så må det være – det er jo lige meget hvad der er øverst*

Observatør (II): *Nej det er det jo ikke for så får du jo præcis den reciprokke (viser med fingrene i luften)*

Jesper: *Nåh*

Observatør (II): *Nu er du præcis der hvor Mette var lige før*

Jesper: *Nåh*

Observatør (II): *Det er godt ik'*

Jesper: *Så Mette vi fortsætter*

Observatør (II) vil ikke sige direkte, hvordan hældningskoefficienten udregnes. Det skal de selv ræsonnere sig til. Og de skal også stadig følge den ide først at udregne hældningskoefficienten og så tage den reciprokke. Måske er Mette indstillet på at følge Observatør (II) i dette, men Jesper – og som vi skal se også Anja – er ikke interesseret i at forstå de ræsonnementer, der kunne føre dem på rette vej – de vil have løsningen på problemet.

Anja: *Nej men det er jo rigtig nok vi skal bare, vi skal bare – vi skal have to x -værdier og to y -værdier ik' også. Men problemet er at vi ved, vi kan godt få*

den der det er én, men vi kan jo ikke gå herhen for der er den jo derunder ...

Observatør (II): I kan godt tage helt her nede fra (peger på (0,0))

Anja: Må vi godt tage nul komma nul

Observatør (II): Ja det er ligegyldigt

Anja: Så skal vi bare sige...

Så kom det med de to punkter på plads!

Observatør (II): Men Mettes problem findes stadig – skal det der stykke være øverst eller skal det stykke der være øverst?

Jesper: Det plejer at være x -erne der er øverst, men hvis det skal være den omvendte så må det være y der er øverst

Jesper blander sammen om man skal bestemme hældningen eller den reciprokke

Observatør (II): Nej hvis nu vi bare finder hældningskoefficienten i starten..

Jesper: Så er det y minus x_2

Anja: Nej så er det x_1 minus

Jesper: x_2

Anja: Nej x ..

Mette: x_2 minus x_1 over y_2 minus y_1 (det sidste siges i kor med Jesper)

Nicolai: Nej det er y_1 minus

Anja: Nej hvad er det jeg kan da ikke huske det

Jesper: Skriv det ned i stedet for

Observatør (II): Så skriv det ned..

Anja: Ja

Jesper: Prøv at se her

Observatør (II): Det er dumt jeg bare siger det..

Observatør (II) vil ikke give sig. Men i stedet for at ræsonnere mere, griber Anja nu til at tage matematikbogen frem...Mette (og delvist Nicolai) følger stadig med i Observatør (II)'s tankegang.

Anja: Ja, ja vi kan godt kigge i en bog (tager matematikbogen frem fra tasken)

Nicolai: x_1 og y_1 og x_2 og y_2

Anja: Skal vi kigge under funktioner

Observatør (II): Nej y 'erne er samlet og x 'erne er samlet

Jesper: Det hedder x minus x_2 eller x

Mette: x_2 minus x_1

Anja: Jeg synes altså bare det her er ved at blive pinligt (bladrer i bogen)

Mette: Bliver det den her eller omvendt – det gør det ikke vel

Observatør (II): Men kunne man tænke sig til det på nogen måde, hvis man skulle finde hældningen prøv nu engang at se, (tager grafen) prøv nu engang at se, hvis hældningen er stor kan man så ikke ræsonnere sig frem til det – en stor hældning, så er den mere stejl ik' også en stor hældningskoefficient, jo større den der bliver, hvad bliver så mindre og hvad bliver større af dem?

Mette: Den bliver mindre

Observatør (II): Så bliver x 'erne mindre. Det vil sige når hældningskoefficienten vokser så skal x 'erne blive mindre. Det vil sige at vi må have det på en måde så..

Anja: (er fortsat med at bladre i matematikbogen) Er det det her?

Observatør (II): Vi skal have det på en sådan måde så...

Anja: Jeg har det her..

Observatør (II): Så når x 'erne bliver mindre skal jeres størrelse vokse

Mette: Så skal x 'erne være nederst

Jesper: Det er den vi skal bruge

Anja: Ja her, stigningstallet er lig y_2 minus y_1

Jesper: Det er den vi skal bruge

Anja: Ja se det var også det jeg lige

Nu har Anja og Jesper fundet en formel der dur – selvom de ikke gik ind på at ræsonnere mere.

Dialogen har hjulpet dem til at vide, hvad de skulle lede efter, men det efterfølgende viser alligevel at de må støtte sig på Mettes forståelse af, hvad hhv. y_1, y_2, x_1 og x_2 er.

Først udregner de hældningskoefficienten til $(273 - 0)/(546 - 0) = 0.5$. Når de skal udregne den reciprokke tager de ikke 0.5^{-1} men udregner $(546 - 0)/(273 - 0) = 2$.

Arbejdet er imidlertid ikke helt færdigt endnu – den reciprokke hældningskoefficient er fundet – men i spørgsmålet lå også at det var varmekapaciteten. Egentlig kunne spørgsmålet besvares ud fra en forståelse af at varmekapacitet er noget med,

hvor mange grader noget stiger, når det tilføres en bestemt energimængde. Og at det jo netop er det, de har gjort ved at bestemme den reciprokke hældning. Men på dette tidspunkt i gruppearbejdet rækker ressourcerne ikke til at overskue det. Anja starter i stedet en længere digression om at hun skal være gudmor (selvom hun ikke må) og Mette falder i med en historie om, hvorfor hun ikke blev gudmoder til sin granfætter... Timen er snart forbi. Overraskende nok er det nu Nicolai, der mener, at der endnu engang er brug for en lærerintervention.

FEMTE INTERVENTION

I denne dialog løses den sidste del af opgaven. De ved ikke, hvad de skal stille op med den (reciprokke) hældningskoefficient, de har fået – forbindelsen til varmekapacitet er noget dunkel. Det er stadig problemet med at kunne bruge grafen som en model for opvarmning, der spøger. Dertil kommer nu et problem om specifik varmekapacitet og varmekapacitet. Da der her er 1 kg vand, får man samme talværdi, men enheden er ikke rigtig.

Nicolai: (til lærer) *Hvis man tager den der reciprokke funktion..*

Jesper: *Det var for is*

Anja: *Prøv lige at se, vi har fået for is ik' også, men det kan da ikke være lig varmekapaciteten*

Lærer: *Nå men nu skal I jo tage den reciprokke ikke også..*

Anja: *Det har vi*

Læreren må først gøre sig klart, hvor i processen det nu er, gruppen befinder sig

Jesper: *Det er den reciprokke, der er lig varmekapaciteten*

Anja: *Og den skal vi så gange med massen – ik'?*

Lærer: *Ja og hvad så?*

Anja: *Så får vi den specifikke – og det var ikke den vi skulle ha'*

Lærer: *Næh*

Anja: *Hvis vi ganger med masse så får vi varmekapaciteten næh prøv lige at vent, hvad sidder jeg og snakker om..*

Jesper: *Men vi har ikke nogen masse – har vi?*

Mette: *Jo*

Jesper: *Nå jo der har vi den der*

Lærer: *I kan tage det helt roligt for det er et kilogram det her, så det behøver man ikke spekulere så meget over*

Anja: *Nå okay det er bare mig der sidder og tænker*

Lærer: *Hvad enhed har det der mærkelige to-tal*

Læreren prøver at henlede opmærksomheden på at hældningen har en fysisk betydning.

Mette: *Ja det er det*

Lærer: *Har I tænkt over det*

Anja: *Hvis det er varmekapacitet så har den øh..*

Jesper: *Hældningskoefficienten hvad er det?*

Anja: *Det er varmekapaciteten*

Lærer: *Hældningskoefficienten*

Jesper: *Varmekapaciteten pr. et eller andet*

Lærer: *Hvis du nu kigger på din graf, hvilken enhed har hældningskoefficienten så*

Anja: *Er det ikke kilo*

Mette: *Kilo Joule pr. Kelvin eller sådan noget*

Jesper: *Ja pr. Kelvin*

Gruppen svarer med enheden for varmekapacitet uden at forholde sig til at grafen jo netop ikke har varmekapaciteten som hældning (men den reciprokke).

Lærer: *Nej ikke hældningskoefficienten vel – det er noget med ændring i y divideret med ændringen i x ik'*

Jesper: *Vi har regnet den ud*

Lærer: *Ja men hvilken enhed har den ?*

Anja: *Ja hvilken enhed har den?*

Lærer: *Hvilken enhed har y-værdierne i jeres*

Jesper: *De har Kelvin*

Mette: *De har Kelvin*

Lærer: *Ja og x-værdierne*

Mette: *Joule*

Jesper: *Kilo Joule*

Mette: *Kelvin pr. kilo Joule*

Lærer: *Ja det var godt*

Anja: *Kelvin pr. kilo Joule*

Jesper: *Kelvin pr. kilo Joule det sagde vi da også*

For Jesper er det på det her tidspunkt nok et fedt. Læreren ser, at der ikke er den helt store forståelse og overvåger gruppens videre arbejde.

Lærer: *Og hvilke enhed har den reciprokke hældningskoefficient så?*

Jesper: *Kilo Joule pr Kelvin*

Mette: *Den har kilo Joule pr Kelvin*

Lærer: *Hvis I nu dividerer med jeres ene kilogram får I den specifikke*

Anja: *Ja okay*

Lærer: *Med den rigtige enhed også og så kan I sammenligne med tabellen*

Jesper: (ser hos Anja) *Vil du også dividere med det der, det vil du da ikke gøre*

Anja: *Men jeg dividerer med to*

Lærer: *Det der er pr. et kilogram is*

Anja: *Ja*

Jesper: *Du skal jo finde hældnings – du skal finde varmekapaciteten*

Lærer: *I kan slå op i jeres bog og se om det er rigtig*

Anja: *At det er to*

Lærer: *Er det den specifikke varmekapacitet for is det der?*

Jesper: *Nej den er jo den samme som for vand*

Lærer: *Nej*

Nicolai: *Det er det ikke*

Jesper: *Nej det det er det ikke – hva' fa'en sagde jeg egentlig der – kom det med?*

Lærer: *Ja – og det er vi meget glade for, der vil komme fire forskere i arbejde for den udtalelse der*

Jesper: *Ja det er godt gået*

(der grines)

Jesper: *Nåh godnat – hej lærer! Den er ikke den samme*

Anja: (har længe som den eneste bladret i bogen) *Massefylde for vand den er...*

Jesper: *Den er tusind eller..*

Mette: *Massefylde?!*

Nicolai: *Det er varmekapacitet*

Mette: *Det er varmekapacitet*

Jesper: *Det er heromme*

Anja: *Det kører rigtigt godt*

Jesper: *Det kører skide godt det står hernede, den er – varmekapacitet – den er ..*

Mette: *Varmekapacitet*

Anja: *Vi skal ikke have specifik varmekapacitet, vi skal bare have varmekapacitet*

Lærer: *Vi skal have specifik varmekapacitet kig dér*

Jesper: *To tusind mand, det passer sgu da godt*

Anja: *Nej hvor godt*

Mette: *To eller to tusind*

Jesper: *Ja for det kommer ud i noget andet jo, det er jo derfor, du skal gange med tusind ik' – Vi skal bare gange det med tusinde så kommer det ud i kilo*

Nicolai: *Kilojoule og kilo*

Jesper: *Du skal bare gange det med tusinde*

Lærer: *Hvad I kan da se hvad enheden er?*

Jesper: *Så får du Kilojoule pr Kelvin gange kilo*

Mette: (ser i bogen) *Det er Joule pr kilogram gange Kelvin*

Lærer: *Ja*

Jesper: *Så skal du bare gange med tusinde så kommer det ud i kilo Joule pr Kelvin gange kilo – sådan*

Mette: *Så kommer det ud i Joule pr kilo gange Kelvin*

Jesper: *Ja lad nu være*

Lærer: *Så passer det altså godt med at der er en faktor tusinde der*

Mette: *Ja*

Jesper: *Men det behøver vi ikke få det ud i – gør vi det?*

Lærer: *Nej*

Jesper: *Det kan man godt*

Lærer: *Man kan bare konstatere, at det er den reciprokke hældningskoefficient, det er den specifikke varmekapacitet*

Mette: *Men det er det det har vi lige konstateret*

Nu er den specifikke varmekapacitet for is på plads. Og gruppen mangler nu kun at se på den del af grafen, der repræsenterer opvarmningen af vand. Det går relativt smertefrit.

Klokken ringer og timen er slut...

GRUPPEARBEJDETS FAGLIGE INDHOLD

Forløbet af det aktuelle gruppearbejde strakte sig over ca. 2 lektioner. En stor del af undervisningen i denne klasse er baseret på sådant længerevarende gruppearbejde ud fra en forelagt opgave – evt. en opgave som eleverne selv har formuleret. I forhold til en mere lærerstyret klassedialog (se kapitel 5) kan man her se, at alle kommer til at arbejde konkret med stoffet og at processen der-

for åbner op for en dyberegående individuel og differentieret tilegnelsesproces.

Eleverne *føler* også selv efter disse timer, at de har været med til at præge læreprocessen både i indholdet og i tempoet. De *ved* at de selv har haft et ansvar for at de bestilte noget, og selvom der har været digressioner, er gruppen igen og igen selv vendt tilbage til temaet – de har været selvstyrende uden at tabe tråden undervejs.

Gruppen synes at have haft udbytte af de forholdsvis frie rammer, så der er kommet en faglig proces ud af det. At der er rum for at snakke om andet end det faglige af og til er, set fra elevernes synspunkt, sikkert et væsentlig plus ved undervisningen. Det fremmer et mere afslappet læringsmiljø, hvor der er plads til eleverne som personer og ikke kun som objekter for undervisning.

Som det fremgår består denne gruppe af fire medlemmer, som på hver deres måde bidrager til processen. De to piger Anja og Mette spiller hovedrollen, mens Nicolai har tendens til at koble sig af processen og Jesper dels kommer og går dels lægger sig i halen af, hvad pigerne laver. Det er på den måde Anja og Mette, der sørger for at bringe arbejdet videre, dvs. de sørger for at kontinuiteten holder, på trods af de nævnte afbrydelser med andre emner, som nu og da dukker op. Gruppen oparbejder således nogle normer for arbejdet som er vigtige for, at der overhovedet kan gennemføres en faglig proces.

Foruden det indforståede krav om kontinuitet hører det med til normfastsættelsen, at der ikke er nogen konkurrenceprægede relationer mellem eleverne. De er tværtimod samarbejdende hele vejen igennem. Man må kort sagt sige, at gruppearbejdet giver nogle frihedsgrader, som en mere lærerstyret undervisning ikke giver, og som eleverne oplever som positivt.

Spørgsmålet er nu, hvilken form for fagligt udbytte, eleverne får af gruppearbejdet, og hvori det vanskelige ved denne arbejdsform endvidere består.

De frie rammer betyder at arbejdet skrider relativt langsomt fremad. Det sikrer på den ene side, at eleverne sætter dagsordenen, men på den anden side er der ingen garantier for, at de interesserer sig synderligt for den dagsorden, som de sætter.

Ofte er deres samarbejde præget af *konsensusøgning*. De gør meget ud af at tjekke hos hinanden og at nå til enighed om, hvordan man skal gøre (f.eks. overføre figuren, formulere et svar på skrift, bruge lommeregneren). Jeg vil kalde denne konsensusøgning for *cirkular*, fordi de hele tiden tjekker hos hinanden før de går videre eller de beslutter hvornår de er færdige med noget (*hvis* de beslutter det åbenlyst). Som det er fremgået af de lange sekvenser i eksemplet, bruger eleverne meget tid på noget, der kan opfattes som detaljer (de bruger meget tid på detaljerne ved at overføre figuren til papir), og arbejdet rækker ikke langt ud over at *gøre, som vejledningen foreskriver*.

Er der så noget galt i det? kunne man spørge. I en vis forstand gør eleverne blot, hvad læreren beder dem om, og de gør det udmærket. De samarbejder i deres eget tempo, og får et fagligt udbytte på det faglige beherskelsesniveau, de nu engang befinder sig. Det er sandt. Når jeg alligevel problematiserer elevernes søgen konsensus, er det fordi det er vanskeligt at få øje på et egentligt fagligt engagement hos eleverne, som rækker ud over det de foretager sig her og nu. Man kan hævde, at det heller ikke er undervisningens sigte at udvikle fagligt engagement hos alle, men at man bør være tilfreds med at lære dem lidt hen ad vejen. Lykkes det, har undervisningen været en succes.

Det som kan være problemet er, at fysik ikke blot handler om at beherske procedurer, måle og veje osv. men at man også lærer fysik ved at orientere sig i de forskellige faglige repræsentationsformer og deres sammenhænge samt at udvikle en slags *problemorienteret tilgang* til det, man beskæftiger sig med.

I det aktuelle tilfælde er opvarmningskurven for eksempel en *model*. Men modelaspektet er van-

skeligt for eleverne at arbejde med, når de hele tiden bogstaveliggør figuren. Det kommer til at handle om netop dén figur i dén bog, snarere end om figuren som generel modellering af en proces med variationer.

Eleverne har med andre ord meget svært ved at udvikle en problemorienteret tilgang til det, de laver. Det betyder ikke, at de ikke har problemer (det har de). Det betyder at problemer er noget som de *løber ind i* og ikke en måde at orientere sig fagligt på.

Den tendens i gruppearbejdet til ikke at stille problemer op for sig (men løbe ind i nogle) og hele tiden søge konsensus peger derfor på nogle generelle forhold vedrørende det fysikfaglige udbytte af gruppearbejdet.

Det som især springer meget i øjnene er, at gruppearbejdets faglige indhold får en slags ”fladt” præg. Det er vanskeligt for mange elever selv at være dynamoen for, at centrale sammenhænge eller begreber diskuteres i deres egen ret. I forhold til den første opgave hvor eleverne skal overføre figuren til papiret, viser det sig, at de bruger megen tid på selve overførelsesproceduren (hvordan *gør* man), det vil sige på de rent praktiske detaljer. Skridt for skridt søger de konsensus, og de bruger af den grund særdeles lang tid på overførslen – de skal have samme antal tern, samme vinkler osv. Alt i alt tager det dem omkring 20 minutter. Hovedindtrykket er, at de ganske vist arbejder sig selvstændigt fremad, men at de også fortaber sig meget i (måske forkerte?) detaljer undervejs. Hvis ikke denne proces af og til afbrydes – for eksempel ved at læreren bidrager til nye input gennem spørgsmål, forklaringer osv. – er der fare for, at gruppearbejdet ikke giver noget sammenhængende fagligt udbytte. De diskuterer jo f.eks. ikke, hvad der er det fysiske informationsindhold i figuren, men antager på en eller anden måde uden diskussion, at det er figurens rent *ydre* form, der er det vigtige.

Selv da eleverne i deres bogstaveliggørelse af overførslen løber ind i problemer, har de svært ved at foretage et perspektivskift. Af den grund er ele-

verne heller ikke sporet ind på, at figuren faktisk er en *model*. At figuren er en model vil i denne sammenhæng sige, at den udgør en ideel og rendyrket udgave af en opvarmingskurve, som ved et praktisk forsøg ville se lidt anderledes ud.

Det ses også, hvordan eleverne griber til lommeregneren og dens funktioner (f.eks. ved reciprok hældningskoefficient) når opgaven bliver uigenemskuelig for dem. Det er almindeligt at elever ligesom *klammer sig* til procedurer, som (håber de) kan give en vis sikkerhed i situationen, og som kan bringe dem videre frem. Som det også fremgår af dialogen, lykkes denne strategi dårligt. Forsøgene på at slå op i bogen virker ligeledes mere sporadiske end målrettede. Og det til trods for, at de faktisk ville kunne finde fagligt relevante oplysninger i den bog kurven er fra, hvis de gik målrettet efter det.

Generelt kan man sige, at det ofte er en *proceduremæssig* indstilling til arbejdet der dominerer, når elever arbejder selvstændigt i grupper, mens orienteringen mod et egentligt fagligt overblik halter bagefter. Med en proceduremæssig indstilling menes her, at eleverne bruger meget tid på konkrete og praktiske operationer, samt at deres faglige udbytte især hænger sammen hermed. De synes ofte tilfredse, når procedurerne er gennemført, uden at der tænkes dybere over meningen med det hele. Vi kan pege på den sekvens, hvor eleverne støder på begrebet ”reciprok hældningskoefficient”. Det er tydeligt, at de ikke ved, hvad begrebet betyder selvom det er blevet berørt i matematikundervisningen. I stedet for at ”bide” sig fast i at *ville* forstå begrebet, griber de til overfladiske betragtninger og proceduremæssige forholdemåder. Det ses f.eks. da Mette svarer, at reciprok betyder ”den omvendte”. Det giver ingen fysisk mening. Efter et stykke tid med oplevet utryghed, griber de til ”sikre” procedurer (lommeregner) og operationer (hvordan *gør* man – find en formel i matematikbogen).

En pædagogisk pointe synes at være, at alt for store oplevede usikkerhedsmomenter kan virke lammende på arbejdet og få eleverne til – ikke at gå i stå nødvendigvis – men til at forfalde til

praktiske indstillinger og opgaveløsningsstrategier. Elevernes lyst og mod til at kaste sig over ”det svære” (deres problemorientering) synes at være følsom over for den slags ”huller”.

Er målet for gruppearbejdet netop at udvikle elevernes problemorientering, bør man pædagogisk set være opmærksom på sådan en følsomhed. Specielt fordi læreren i sagens natur ikke kan/skal være til stede hele tiden og gruppen så kun har lærerens (skriftlige) oplæg at forholde sig til. For højt kompleksitetsniveau (der i dette tilfælde er mængden af krav) kan let lede til, at eleverne spontant forsøger at reducere kompleksiteten til noget trygt (kendt), så som brug af lommeregner, bladren i bogen, praktiske procedurer eller det at finde en formel der dur (Bang og Elstrup, 2000).

I den slags tilfælde kan man som iagttagere komme i tvivl om, hvorvidt eleverne er i gang med at udfolde nogle færdigheder som de behersker (f.eks. bruge lommeregneren til at eller andet formål) eller om de er i gang med at ”redde sig” ved at forvandle det svære ved at håndtere begreber til det lettere ved at trykke på lommeregneren. Når man griber ud efter lommeregneren og trykker på nogle taster ser der ud som om man laver noget og kommer videre – man *handler* sig ud af en ubehagelig situation, dog uden nødvendigvis at blive klogere eller opnå et alment udbytte.

Man kan sige, at hvis man (som lærer) har til hensigt at spore eleverne ind på nogle mere begrebsmæssige forhold i fysikken, så er det vigtigt at være opmærksom på, at eleverne i gruppearbejdet orienterer sig mod konsensus og en praktisk tilgang til opgaverne.

Som det fremgik af de forskellige interventioner, var det også muligt at bryde op, når eleverne kørte fast i problemerne. Det viste sig netop at være produktivt for gruppen, at de ikke var totalt overladt til sig selv men derimod med jævne mellemrum kunne konsultere læreren eller en observatør (der i den sammenhæng optrådte som hjælperlærer). Lad mig derfor prøve at se nærmere på, hvilken rolle læreren spiller i elevernes selvstændige arbejde.

LÆRERENS FUNKTION

På visse tidspunkter er eleverne i stand til at være problemorienterede.

Første gang det sker er da de undrer sig over at to tal er ens (se dialogen lige inden anden lærerintervention). Deres undren går på, at de, ved at trække to tal fra hinanden, får smeltevarmen. Problemet er måske, at de ikke kan se hvordan det faktum kan bruges til at besvare det spørgsmål der er stillet. De beder observatøren om hjælp, og det viser sig da, at ud fra dennes spørgsmål ”Hvad er det der sker?”, er eleverne faktisk istand til at italesætte såvel, *at* der er noget de ikke forstår og, *hvordan* man alligevel kan forstå det.

Observatørens spørgsmål virker strukturerende ind på deres tanker, og i første omgang svarer de fagligt relevant på spørgsmålet, i næste omgang italesætter de selv deres forståelse. Observatøren indgår i dialogen både ved at strukturere/rammesætte, ved at komme med uddybende kommentarer og ved at reformulere elevernes lidt vage sproglige formuleringer i mere klart fysik sprog.

Interessant er det, at eleverne i den efterfølgende dialog – også da observatøren har forladt gruppen – *selv* begynder at anvende og diskutere begreber som ”faseovergang”, ”fordampningsvarme” osv. Det tyder på, at observatørens (i realiteten en lærers) mellemkomst kan have en generel strukturerende effekt på gruppearbejdet.

Læreren spiller kort sagt en vigtig rolle i gruppearbejdet og kan give gruppearbejdet det løft som gør, at eleverne ikke i meget lang tid fortaber sig i proceduremæssige detaljer. Lærerens rolle indskrænker sig ikke kun til at give et introducerende oplæg (mundtligt/skriftligt), men er også vigtig i kraft af at kunne intervenere i selve gruppeprocessen. Gennem gentagne observationer er det mit indtryk, at læreren ikke altid skal vente på, at eleverne kalder. Der kan sagtens gå meget lang tid, inden eleverne synes, de står med et problem, som kræver lærerens tilstedeværelse – og måske synes de det slet ikke. Intervenerer læreren selv, kan det ske, man afbryder eleverne på en måde, de ikke bryder sig om. Det bør derfor ske med

situationsfornemmelse og med udgangspunkt i elevernes egne tanker. Hvis de ikke "ejer" et problem, risikerer man som lærer at tale for døve ører – eleverne er ikke parate til at forstå, hvad læreren siger. Eller de kan blive irriterede over indblanding, som de ikke har bedt om. På den anden side har nogle grupper givetvis brug for lærerens hyppige tilstedeværelse for at få arbejdet til at skride fremad. Intervention stiller med andre ord krav til læreren i retning af lydhørhed overfor netop de pågældende elever og deres arbejde.

Det sker også at eleverne *selv* føler, de har brug for lærerens hjælp. I det aktuelle gruppearbejde så vi eksempler på det. I den situation er eleverne for alvor parate til at få sat nogle ting på plads, og vil derfor ofte kunne *kommunikere direkte* med læreren (vi husker fra den forrige artikel, at kommunikation om faglige emner er en meget svær sag).

Det kan være svært at afgøre, hvornår og på hvilken måde, intervention er nødvendig. En generel tommelfingerregel er, at læreren skal kunne støtte *elevernes* arbejde, det vil sige at læreren skal være lydhør overfor, hvor eleverne rent fagligt er henne. Det lyder indlysende, men det er en pædagogisk krævende opgave, blandt andet fordi læreren netop ikke konstant er tilstede i gruppearbejdet og af den grund ikke kender forhistorien bag elevernes spørgsmål eller problemer. Desuden ligger det i lærerrollen, at man skal give forklaringer, og det kan let ske, uden at eleverne har spurgt. Så overtager læreren i stedet for at støtte.

Psykologen Lev Vygotsky (Vygotsky, 1976; Poulsen, 1994; Engeström, 1998) har med begrebet 'zonen for nærmeste udvikling' formuleret dette pædagogiske princip. Den lærende befinder sig i en situation, hvor vedkommende skal have hjælp til at udvikle sig (her: fagligt). Den person (her: læreren) som påtager sig at hjælpe, skal ikke blot have viden om den pågældende persons aktuelle viden og færdigheder, men tillige kunne række ind i fremtiden sammen med denne person. Heraf navnet 'nærmeste' udviklingszone, som henviser

til de aktuelle potentialer for udvikling eller forståelse, som en person har.

I forbindelse med gruppearbejdet skal læreren, ifølge begrebet om nærmeste udviklingszone, stille sig selv spørgsmålet: "med hvilken baggrund spørger eleverne?" og "hvordan kan jeg bringe dem videre?". Svaret herpå er ikke altid at give et langt foredrag, som rækker langt ud over, hvad eleverne faktisk spurgte om, men ofte at stille kvalificerede modspørgsmål, som, så at sige, rammer plet og får eleverne til at tage begreber eller forståelsesmåder til sig. I eksemplet skete det, da eleverne begyndte at bruge begreber som "faseovergang" eller "fordampningsvarme". Der skete et spring fremad, fordi interventionen fulgte Vygotsky's pædagogiske princip. En vigtig betingelse for, at virkelig faglig kommunikation mellem læreren og eleverne kan forekomme, er således, at *læreren udvikler sin egen evne til at lytte*. I kapitel 5 og 11 vises, hvorledes dialogen i klasserummet kan hjælpe eleverne inde i den nære udviklingszone.

I den "lærerstyrede klassedialog" er et vigtigt moment at læreren er i stand til at få eleverne til at tænke med på problemstillingerne i lægestanden – at de skaber en indre scene. Vi har i dette gruppearbejde mest set læreren som lytter og kvalificeret sparringspartner for eleverne. Lærerens kompetence viser sig bl.a. ved at kunne gå ind i elevernes arbejdsproces. Men i gruppearbejdet kan der også lægges op til at læreren så at sige inviterer eleverne med ind i sin egen arbejdsproces. Altså at eleverne inddrages i – og tager model af – hvordan læreren løser en opgave. Det kan være læreren der demonstrerer en bestemt procedure eller viser hvordan et bestemt apparat fungerer.

Begge kompetencer – den at kunne støtte eleverne i at udvikle strategier for tænkning og problemløsning og det at fungere som en model for elevernes arbejde, falder inden for det, Nielsen og Kvale (1999) omtaler som 'kognitiv mesterlære i klasseværelset'. Læreren beskrives som den, der mestrer faget og som kan støtte. Med hertil hører den støttende lærerdeltagelse, som harmonerer med begrebet om 'nærmeste udviklingszone'.

FYSIK I SKOLEN

Spørgsmålet om, hvordan eleverne får noget ud af undervisningen – måske ligefrem noget som ligner et fagligt engagement – er selvfølgelig uhyre vanskeligt. Jeg har peget på, at elever nemt kan komme til at hænge fast i procedurer og kun have en her-og-nu interesse i faget. Også i gruppearbejdet, som ellers ofte opfattes som en elevengagerende arbejdsform. Ét af svarene ligger givetvis i, om læreren er i stand til at støtte eleverne på en måde, så de får et alment begrebsmæssigt og metodemæssigt udbytte af arbejdet. Erfaringsmæssigt (fra observationer af andre gruppesammenhænge) viser det sig, at problemet ikke nødvendigvis løses ved at man sætter begrebsforståelse på dagsordenen i gruppearbejdet.

Ofte vil eleverne også her være proceduremæssigt indstillede, idet de vil søge efter svar på de spørgsmål der er stillet og herefter føle sig færdige med det og parate til at besvare det næste spørgsmål. Også i disse tilfælde ses der en stræben efter konsensus og en fælles beslutning om, at ”man” er færdige med dette spørgsmål. Selv når eleverne beskæftiger sig med at forstå begreber i fysik, kan det vise sig, at nogle elever har stor indflydelse på de andre. På den måde kommer en eller nogle få elever til at bestemme og få større beslutningsret end resten – uanset om de har ret eller ej.

Alt i alt er der noget som tyder på, at vi generelt har at gøre med et problem, som handler om, hvordan elever tilpasser sig skolens praksis og forventninger, herunder hvad det er for en flagopfattelse (her: fysik), som formidles til eleverne. Skolen har ikke kun en forventning om, at eleverne interesserer sig for fagene og tilegner sig dem så godt som muligt. Skolen har tillige en forventning om, at eleverne opfører sig som elever, det vil sige tilpasser sig de adfærdskoder som er gældende i undervisningen. I gruppearbejdet er adfærdskoden (som vi så) at tale med hinanden, at blive enige, at gøre sig færdig og komme videre samt ikke at sætte for store spørgsmålstejn ved det, man er i gang med. De to typer forventninger kan til dels være modstridende, således at de

frie rammer under gruppearbejdet også forvaltes som friheden til ikke at fordybe sig for meget.

Man kan spørge sig, om det overhovedet er muligt at undervise, givet at skolen lever med disse modsætningsfyldte forventninger til eleverne. Det er ikke min hensigt her at diskutere skolen som institution, men bare fremhæve, at det kan være nødvendigt i sin pædagogiske tilrettelæggelse af undervisningen at være opmærksom på, at der eksisterer sådanne komplekse forventninger, som oven i købet slår igennem helt ned i detaljerne af elevernes arbejde.

I dette eksempel slog de modsætningsfyldte forventninger igennem i form af den proceduremæssige indstilling, som ofte kom til at dominere noget over en mere generel *interesse* for det emne, der arbejdes med. Det må man som lærer være opmærksom på.

Pædagogisk set kan det således være nødvendigt som lærer at sørge for, at der bliver en vis balance mellem det *færdigheds*orienterede og det *problem*orienterede i gruppearbejdet. Er man som lærer ikke tilstrækkelig opmærksom på den balance kan det være svært for eleverne at tænke i ”højder” og forskellige faglige behandlingsniveauer. Det formmæssige (f.eks. at følge angivne procedurer) kan tage sig lige så vigtigt ud som det betydningsindhold (begreber mv.) der ligger i formen.

Det kan for eleverne se helt tilstrækkeligt ud, hvis de blot gør, hvad de bliver bedt om (????hovedmotivet er især at tilpasse sig skolens krav som de stilles her og nu). Er motivet især at gøre som man bliver bedt om, kan gruppearbejdet sagtens vise sig utilstrækkeligt set i forhold til lærerens ønske om at udvikle egentlig selvstændig faglig interesse hos eleverne. Eleverne når ikke til det punkt, hvor de bliver ”ejere” at processen rent *fysikfagligt* set. Med det menes, at selv om de interesserer sig for de opgaver som de konkret beskæftiger sig med, så rækker interessen ikke ud over den tid, som de bruger i gruppearbejdet. Med til en fysikfaglig interesse hører, at man føler sig oprigtigt engageret i emnet, *herunder den*

modstand som det byder. Det er nødvendigt at kunne søge udfordringerne og dermed også at kunne leve med frustrationer over, at forståelse såvel som håndværksmæssig færdighed tager tid.

Så selv om gruppearbejdet bygger på princippet om elevernes egen aktivitet og egen mulighed for at sætte dagsordenen og styre processen (konstruktivistisk princip), er dette ikke i sig selv ensbetydende med, at de udvikler interesse for fysik eller bliver "ejere" af fysikken som sådan.

LITTERATUR

- Amtrup, T. & Trinhammer, O. (1992): *Obligatorisk fysik*; Gyldendal.
- Bang, J. & Elstrup, O. (2000): Competence development – learning by problemsolving; *Cognitive Science Research*, 74.
- Engeström, Y. (1998): Den nærmeste udviklingszone som den basale kategori i pædagogisk psykologi; I: Mads Hermansen (red.): *Fra læringens horisont – en antologi*; Forlaget Klim, s. 111-148.
- Nielsen, K. & Kvale, S. (1999): Mesterlære som aktuel læringsform; I: Klaus Nielsen & Steinar Kvale (red.): *Mesterlære – Læring som social praksis*; Hans Reitzels Forlag, s. 11-31.
- Poulsen, A. (1994): *Børns udvikling*; Gyldendal.
- Vygotsky, L. (1976): *Tænkning og sprog*; Hans Reitzels Forlag.

