

TEKST NR 4

1978

MOGENS NISS

TRE ESSAYS

om

- matematik-
undervisning,
- matematiklærer-
uddannelsen,
- videnskabs-
rindalisme.

TEKSTER

fra

IMFUFA **ROSKILDE UNIVERSITETSCENTER**
INSTITUT FOR STUDIET AF MATEMATIK OG FYSIK SAMT DERES
FUNKTIONER I UNDERVISNING, FORSKNING OG ANVENDELSER

I N D H O L D

1. Problemorienteret projektarbejde, 1-11
Marts 1978
2. Om folkeskolelæreruddannelsen i det vigtige
fag matematik 1-12
September 1978
3. Videnskabsrindalisme 1-6
Maj 1978

Den følgende artikkel er manuskriptet til et foredrag holdt på en konferanse i Hurdal i Norge, marts 1987. Konferansen var arrangeret af Forsøksrådet for Skoleverket.

Artiklen publiceredes i "Matematikkundervisningen i videregående skole - tendenser og synspunkter" Informasjon om forsøksarbeid nr. 83 Oslo Desember 1978

PROBLEMORIENTERET PROJEKTARBEJDE

Af Mogens Niss, marts 1978

I.

Jeg er blevet bedt om at holde et foredrag med titlen "Problemorienteret Projektarbejde". Et sådant foredrag vil blive beretningen om forslag til temmelig radikale ændringer af matematikundervisningens genstande og former i forhold til, hvad der normalt ses. Det må derfor være rimeligt at starte med at spørge, hvorfor der overhovedet kan være mening i seriøst at drøfte radikale ændringer af matematikundervisningen; sådanne ændringer kan jo ikke være et mål i sig selv, og må kræve en begrundelse.

II.

Svaret er, at matematikundervisningen på snart sagt ethvert niveau er i en slags krise, der som alle kriser kalder på løsninger. Hvad er en "krise"? Ja, rent begrebsskematisk kan en krise vel karakteriseres som en mere eller mindre pludselig ændring af et sæt tilstandsvariable, en ændring der i henseende til én eller anden norm bedømmes som negativ. At retfærdiggøre, at et fænomen repræsenterer en krise er altså det samme som at angive en ændring af tilstandsvariable og at fremholde den anvendte norm. At angive krisens årsager er herefter det samme som at angive selve den konstituerende forandring eller dens årsager.

Helt så skematisk hverken kan eller vil jeg gå til værks i det følgende. Men lad disse bemærkninger række til at begrunde, at jeg starter med at præsentere krisens årsager.

Tre årsager til krisen i forhold til det gymnasiale niveau^{x)} skal fremhæves:

Å1. I de sidste 20-30 år er matematiske begreber, metoder og resultater blevet aktivt involveret i langt flere sammenhænge i andre fag, i erhvervsmæssig og offentlig praksis og i dele af det sociale liv, end tilfældet har været før i tiden. Det er rimeligt at tale om en voksende matematisering af videnskab og praksis.

I forhold til matematikundervisningen i den højere skole

x) Jeg taler om det gymnasiale niveau i bred forstand, dækkende alle afsluttende, almene skoleformer for de 16-20-årige.

har dette især haft to konsekvenser:

- a) behovsspektret hos den voksende skare af aftagere af matematiske kvalifikationer er blevet langt bredere end før med deraf følgende krav om en matematikundervisning med et bredere sigte end tidligere, hvor den gymnasiale matematikundervisning først og fremmest forberedte til ingeniørstudier og studier af de eksakte videnskaber.
- b) det konkrete udseende af det nævnte spektrum skifter med skiftende behov, hvilket afstedkommer hastigere forandringer end før, hvor behovsmønstret hos aftagerne var mere entydigt og statisk.

Matematikundervisningen har kun meget langsomt og modstræbende ændret sig i forhold til disse voksende, bredere og stadigt skiftende behov for matematiske kvalifikationer i verden uden for skolen. Først inden for de allerseneste år har man kunnet se fagfolk og uddannelsesplanlæggere tage disse udfordringer op, både på lokalt plan i forhold til enkelte læreres konkrete undervisning, i debatter om faget og dets didaktik, og på overordnet curriculumplanlægningsniveau. Men endnu befinder omdannelserne af matematikundervisningen en gros sig på et meget indledende, af eksperimenter præget, stade.

- Å2. Gymnasieuddannelserne har ændret sig i løbet af de sidste 15-20 år fra at være eliteuddannelsen for en begrænset del (5-8% i Danmark i tressernes start) af ungdommen, en uddannelse med et klart studieforberevende sigte, til at være masseuddannelser og dermed nødvendigvis mere almene uddannelser.

Derved er rekrutteringsgrundlaget blevet langt bredere end før, og elevgruppens erfaringer og værdier langt mere heterogene end før, hvilket gør det umuligt i samme grad som tidligere at opretholde et ensartet, traditionelt dannelsesideal. De gymnasiale uddannelsers karakter af almene masseuddannelser bevirker videre, at de forbereder til et stærkt udvidet felt af videreuddannelser og erhvervsfunktioner, hvilket på sin side afstedkommer, at et kanonisk pensumindhold bestemt som fælles forberedelse til videreuddannelse mister en stor del af sin gamle mening og bliver trængt stærkt tilbage.

- Å3. Siden ungdomsoprøret fra midten af tresserne er der sket en generel kulturel klimaforandring, som har gjort ungdommen mere kritisk, artikuleret og autoritetsfjendsk. I forhold til matematikundervisningen har dette hos eleverne ført til krav om begrundelse af undervisningens gestande og til fordringer om relevans og demonstration af konkret nytte.

Hermed har jeg forsøgt at angive, hvad jeg bedømmer som de tre hovedårsager til matematikundervisningens krise. Jeg skal nu angive de vigtigste fremtrædelsesformer for krisen.

Jeg giver med vilje en skarp og måske karikeret fremstilling af situationen for at få de fundamentale pointer frem. I praksis er billedet selvfølgelig langt mere nuanceret og modificeret i den konkrete undervisning af mange dygtige og initiativrige lærere, og efterhånden også af nogle nyere lærebøger.

Krisen fremtræder

1. som en relevanskrise. Matematikken fremtræder for hovedparten af eleverne som en lukket lærebygning, opbygget af abstrakte strukturer reguleret af egne, ofte uigennemskuelige og tilsyneladende arbitrære regler, en lærebygning der svarer på spørgsmål, som ingen andre end læreren og lærebogen har stillet, og hvis relevans er langt fra at være åbenbar for eleverne. Spørger eleverne, hvorfor de skal lære om et bestemt emne, får de ofte et svar, der henviser til, at det skal benyttes på et senere tidspunkt i undervisningen, men at det desværre lige nu ikke er muligt nærmere at forklare til hvad eller hvorfor. Derved bliver det enkelte emne begrundet i matematikkens almene betydningsfuldhed, dets uimiddalbare betydning bliver kun sjældent påvist. Et fag, hvis kvaliteter i den grad bliver henvist til indløsning i fremtiden, giver nødvendigvis anledning til store frustrationer hos eleverne, ikke nødvendigvis fordi de tvivler på matematikkens betydningsfuldhed, men fordi de ikke ser den demonstreret. De elever, der klarer sig på trods af dette vil være dem, for hvem selve legen med spillereglerne er attraktiv, eller dem, der kan opbyde tilstrækkelig viljestyrke til at arbejde med faget på grundlag af de udstedte obligationer på fremtiden.

Dette relevansproblem er nyt i forhold til tidligere, og er opstået dels p.g.r.a. det under A1 nævnte, at den gamle stabilitet i aftagerbehovene (i ingeniørvidenskab og de eksakte naturvidenskaber) er blevet afløst af en ny, bred mangfoldighed, koblet med at matematikundervisningen ikke har ændret sig i overensstemmelse med de nye opgaver. Dertil kommer den under A3 nævnte nye kritiske og anti-autoritære holdning hos ungdommen.

2. som en anvendelighedskrise. For en betydelig del af eleverne indløses imidlertid de omtalte obligationer ikke i fremtiden, dvs. når de efter deres skoleuddannelse skal anvende det, de har lært i matematikundervisningen, på problemstillinger enten inden for andre fag, i bestemte erhverv eller i deres dagligdag som interesserede og orienterede borgere. Meget få oplever, at matematikundervisningen har været dem til hjælp i sådanne situationer, selv hvor der faktisk er lagt op til anvendelsen af matematik i situationen. Dels består enhver ikke-triviell anvendelse af matematikken i ikke-matematiske sammenhænge i dannelsen og bearbejdningen af en matematisk model, dvs. fænomener, der er givet i ikke-matematiske kategorier, udvalges, repræsenteres og oversættes til matematiske begreber og udtryk som kan behandles med matematiske metoder. Denne modelbygningsproces indtager i de fleste eksisterende matematikundervisningsprogrammer på gymnasialt niveau en meget beskedn plads, og i det omfang den faktisk forekommer, er den næsten altid knyttet til modeller i fysik. Desuden lægges der højst vægt på behandling inden for modellen, kun yderst sjældent på opstillingen af den. Dernæst er der tale om, når eleven efter endt skolegang skal forstå og vurdere allerede gjorte an-

vendelser af matematik i ikke-matematiske sammenhænge, f.eks. i tekster om andre fag som økonomi, biologi, planlægning osv., at de begreber, metoder og resultater som optræder ikke kan genkendes af eleven ud fra hans matematikundervisning.

Alt i alt har den gymnasiale matematikundervisning kun i yderst begrænset grad sat eleverne i stand til at begå sig med matematik i ikke-matematiske sammenhænge.

Også dette problem er for så vidt nyt; ikke fordi eleverne tidligere var bedre til generelt at anvende matematik i ikke-matematiske sammenhænge. Men det kom de heller ikke til, når man ser bort fra ingeniørvidenskaberne og de naturvidenskabelige områder, som matematikundervisningen bl.a. var indrettet på at støtte. Det som gør anvendelsesproblemet til et nyt problem er det nye behov for at flere og flere kan bringe matematik i anvendelse i en mangfoldighed af ikke-matematiske sammenhænge.

3. som en sværhedskrise. Matematik har altid været et svært fag, og er det ikke mindre i dag end før. (For mange af de bedste af vore dages elever forekommer matematikundervisningen måske endog at være lettere og klarere disponeret end det forekom de bedste før i tiden.) Når der alligevel er grund til at fremhæve sværhedsproblemet som en ingrediens i den aktuelle krise, er det fordi sværhedsproblemet er blevet accentueret, først og fremmest af de gymnasiale uddannelsers nye karakter af masseuddannelser (som beskrevet under Å3), der antagelig har bragt ungdomsgrupper i kontakt med matematik på et vist niveau, som tidligere ikke har haft en sådan kontakt. Også de problemer, som er nævnt under Å1 spiller en rolle for, at faget opfattes som svært.

Jeg tror, at fagets sværhedsgrad for gennemsnitseleven har mere at gøre med, om det kan aktualiseres på en for ham relevant måde i forhold til nogle virkelighedsproblemer, end om den formelle form på det egentligt faglige stof er mere eller mindre abstrakt og formalistisk.

III.

På baggrund af det, jeg her har fremført, vil jeg tillade mig at operere med matematikundervisningens krise som en etableret kendsgerning. Nu er der hverken noget særlig heroisk eller særlig originalt i at tale om matematikundervisningens krise. At der findes en sådan, fremgår - selv om ordet "krise" måske ikke har været brugt så meget - af utallige indlæg på kongresser og i tidsskriftartikler. Mange mere eller mindre omfattende løsningsforslag er blevet fremsat.

IV.

Når det gælder fastlæggelsen af en strategi for indretningen af matematikundervisningen kan man tage mange forskellige udgangspunkter. Da opgaven efter min opfattelse er at fastlægge en matematikundervisning, der kan forberede flere folk end

før på en ny og bredere placering af matematikken i omverdenen, må man først besvare spørgsmålet "hvorfor er matematikken så magtfuld over for behandlingen af en lang række problemer uden for matematikken selv?" Enhver strategi af den efterlyste art må forholde sig til svarene på dette spørgsmål og må forsøge at omsætte svarene til overvejelser og rammer for matematikundervisningens genstande og organisation.

Selvfølgelig gives der ikke udtømmende og definitive svar på dette spørgsmål. Men lad mig alligevel vove pelsen med formuleringen af et generelt svar:

Matematikkens magtfuldhed følger af en dialektisk symbiose mellem
 på den ene side: abstrakte, formelle strukturer, reguleret af aksiomatisk-deduktive ræsonnementer, og,
 på den anden side: empirisk givne relationer og hypoteser om konkrete, komplekse problemstillinger fra den "virkelige" verden.

Symbiosen består i opbygningen af modeller ved at isolere og strukturere objekter og relationer fra virkeligheden og oversætte dem til matematik. Dialektikken betyder, at forholdet mellem omverden og matematik ikke er et statisk forhold mellem på den ene side en færdig lærebygning og på den anden side, den rå ubearbejdede virkelighed. Tværtimod er der ^{en}stedse forløbende proces af gensidig vekselvirkning.

Vel, lad mig straks indrømme, at denne karakteristik er stærkt forenklet, uhistorisk og næsten tom. Min begrundelse for at fremsætte den alligevel er, at den kan benyttes til at udpege to fatale fejlpositioner, som ofte ses i debatten om matematik:

1. Hvis de formelle, deduktive træk ved matematikken negligeres, når det gælder dens behandling af problemer fra virkeligheden, og hvis matematikken alene betragtes som et redskab for induktion, bliver matematikkens rolle dunkel og de frembragte resultater bliver metafysiske og tilfældige. Derved bliver matematikkens rolle at legitimere nogle konklusioner, eller i bedste fald at frembringe hypoteser.

2. Hvis, på den anden side, forholdet mellem matematik og virkelighed negligeres til fordel for en opfattelse af matematikken som en rent formal, strukturel og deduktiv videnskab, som ved et held og Guds hjælp undertiden kan anvendes, degenerer matematikken til et spil, reguleret af tilfældige og uigennemskuelige spilleregler, og matematikkens magtfuldhed bliver uforståelig.

V.

Et samlede princip for indretningen af matematikundervisningen, som efter min opfattelse i særlig grad egner sig til at respektere og repræsentere den dialektiske symbiose omtalt ovenfor, er problemorienteret projektarbejde. Resten af foredraget vil gå med at introducere og kommentere dette fænomen. Men først kan der være grund til at slå fast, at der hvor jeg og min institution, Roskilde Universitetscenter, har konkrete, praktiske erfaringer med problemorienteret projektarbejde i matematikundervisningen er på universitetsniveau. Vi har arbejdet med problemorienteret projektarbejde i 5-6 år, dels i vores to-årige naturvidenskabelige basisuddannelse, dels - når det snævert gælder matematik - i vores uddannelse af gymnasielærere i matematik og et andet fag, der efter basisuddannelsen tager yderligere $3\frac{1}{2}$ år.

VI.

I begrebet "problemorienteret projektarbejde" indgår to ord, som for så vidt er uafhængige, men som begge er afgørende for det samlede begreb.

At et studiearbejde er problemorienteret vil i denne sammenhæng sige, at det tager sigte på behandlingen af komplekse problemstillinger fra en virkelighed, der ikke på forhånd er opdelt i faglige kategorier, men hvor de faglige begreber, metoder og teorier, der tages i anvendelse ved behandlingen af problemstillingen bestemmes af de spørgsmål inden for denne, der undervejs ønskes besvaret. Oftest, men ikke nødvendigvis, vil de betragtede komplekse problemstillinger have mere eller mindre betydelige bindinger til samfundsmæssige anliggender, og der kan være tale om at eventuelle løsninger eller delløsninger på problemet kan have samfundsmæssig relevans. Det ses, at ordet "problemorienteret" angiver bestemte arter af indhold og perspektiver for studiearbejdet.

Ved et projekt forstås i denne forbindelse et arbejde, der i en bestemt periode udføres af en gruppe studerende (på op til 10) under vejledning af én eller flere lærere. Arbejdet, der har til formål at behandle et eller andet område, tænkes tilrettelagt og gennemført af gruppen (incl. vejlederen) alene under hensyntagen til, hvad der er relevant for det betragtede område. Valg af område, metoder, litteratur, arbejdsformer, arbejdsprodukt osv. bestemmes af gruppen selv. Et typisk arbejdsprodukt vil være en skreven projektrapport, men kan også være meget andet, f.eks. en film, en diaserie, et undervisningsprogram med materiale for en nærmere defineret målgruppe og lignende. Det ses, at ordet "projekt" angiver en arbejdsform.

Det er vigtigt at forstå, at et stykke problemorienteret studiearbejde og et projekt i princippet er forskellige ting. Man kan let tænke sig et stærkt problemorienteret studiearbejde gennemført i forelæsningsform med stærk lærerstyring, hvor læreren skridt for skridt demonstrerer behandlingen af problemet. Lige så let kan man tænke sig projekter, hvis genstand er snævert fastlagt inden for en bestemt disciplin (f.eks.

et projekt om konvergensbegreber for reelle talfølger).

Begrebet "problemorienteret projektarbejde" angiver altså kombinationen af de to begreber, indholdet og perspektivet med arbejdsformen, hvor en gruppe studerende og dens vejleder(e) vælger en kompleks problemstilling og indsnævrer og bearbejder den under anvendelsen af begreber, metoder og teorier inden for én eller flere discipliner (oftest det sidste), sluttende med et arbejdsprodukt.

De teorier og metoder, der skal anvendes undervejs, vil det normalt være nødvendigt for de studerende at tilegne sig i løbet af projektarbejdet, enten sideløbende i form af et i princippet adskilt kursus, eller integreret i selve projektforløbet, f.eks. i form af intensive litteraturlæsningsperioder. Det er klart, at der består en delikat balance mellem de komplekse problemstillinger - og især de spørgsmål der stilles til dem - som vælges, og de teorier og metoder som indgår i bearbejdningen. Her har læreren en afgørende rolle som formidler mellem det ønskelige og det mulige.

Den form for problemorienterede projekter, som vi arbejder med i Roskilde varer oftest ét semester, sjældnere to. Samtidig deltager de studerende normalt i ét eller måske flere kurser, som har eller ikke har tilknytning til projektarbejdet. I princippet er der intet i vejen for, at et projekt kan være af en hvilken som helst varighed, men varigheden får selvfølgelig konsekvenser for hvilke problemstillinger, der meningsfuldt kan behandles.

Afgørende for om et problemorienteret projekt kan siges at være et matematik-projekt er selvsagt om matematiske begreber, metoder og teorier involveres på en central måde. Dette kan enten ske ved at sådanne indgår som direkte genstand i projektets problemstilling, eller ved at de kommer i spil ved behandlingen af denne. Lad mig nævne nogle eksempler på autentiske projekter, der har været gennemført ved gymnasielæreruddannelsen i matematik ved RUC, for at illustrere nogle af mulighederne (som dog langt fra er udtømt hermed):

Eksempel nr. 1 Projektet drejede sig om at opstille metoder til at evaluere opførslen af den finanspolitiske Danmarksmodel SMEC II. En af de opstillede metoder gennemprøvedes på modellen.

Eksempel nr. 2 Projektet var et datterprojekt af nr. 1 og drejede sig om at undersøge den statistiske holdbarhed af modellen SMEC II.

Eksempel nr. 3 Projektet var et integreret matematik-fysik-projekt og drejede sig om at undersøge fagopfattelsen af de to fag i gymnasiet.

Eksempel nr. 4 Projektet drejede sig om så konkret som muligt at undersøge den samfundsmæssige baggrund for oprindelsen til og udviklingen af en række statistiske standardmetoder, bl.a. med henblik på at udarbejde en strategi for undervisningen i sandsynlighedsregning og statistik i gymnasiet.

VII.

En matematikundervisning, der er domineret af problemorienteret projektarbejde bliver, som man kan tænke sig, temmelig forskellig fra sædvanlig matematikundervisning. Først og fremmest er den svar at forene med idéen om et kanonisk pensum, dvs. et for alle studenter fælles fagligt stof bestemt efter, hvilke faglige elementer, der begrebsligt går forud for hvilke. En matematikundervisning med problemorienteret projektarbejde i centrum kan ikke organiseres i overensstemmelse med det internt matematiske begrebs- og teorihierarki. En stor del af de matematiske teorier, begreber og metoder, som den enkelte student stifter bekendtskab med og lærer om, er afhængige af hvilke projekter han eller hun har deltaget i. Det problemorienterede projektarbejde lægger op til en eksemplarisk indlæringsform. Dette er imidlertid ikke det samme som at den matematik, der faktisk kommer i spil, af de studerende kan tilegnes usystematisk eller under manglende iagttagelse af det pågældende områdes opbygningsprincipper, jvf. overvejelserne ovenfor over matematikkens magtfuldhed. Hvordan balancen skal være mellem projektmæssig og systematisk tilegnelse må overvejes og fastlægges for hvert undervisningsprogram for sig, og vil i øvrigt afhænge af alderen og det faglige udviklingstrin hos de elever/studerende, der er tale om. For gymnasielæreruddannelsen i matematik ved RUC er balancen mellem den problem/projekt-mæssige og den systematiske stofbehandling søgt løst ved at beskrive uddannelsen ved hjælp af to dimensioner. Den ene dimension består af fem knudepunkter:

1. Matematisk modelbygning i ikke-matematiske sammenhænge
2. Matematikkens videnskabsteoretiske placering, herunder forholdet mellem matematik og virkelighed
3. Aksiomatisk behandling af områder i matematikken
4. Kognitive problemer forbundet med tilegnelsen af matematik
5. Forskellige arbejdsformer der kan anvendes ved undervisningen i matematik.

Den anden dimension består af otte emnekredse, forstået som sædvanlige matematiske discipliner. De studerende skal da med problemorienterede projekter som den dominerende aktivitet arbejde med knudepunkterne på en sådan måde, at kravene til emnekredsene tilgodeses.

VIII.

Erfaringerne på RUC med problemorienteret projektarbejde i matematik, både på indledende universitetsniveau, i den naturvidenskabelige basisuddannelse, og i vores gymnasielæreruddannelse i matematik, er meget positive og lovende, selv om vore erfaringer langt fra har noget definitivt præg. De studerende arbejder med matematik, som en totalitet med mange facetter og bånd til omverdenen, og ikke bare inden for matematik. Det giver dem en moden og artikuleret matematikopfattelse, som man ikke møder hos så mange andre universitetsstuderende i faget. Motivationseffekten fra projektarbejdet er betydelig, de studerende investerer megen energi, også fra deres fritid, i arbejdet. Derimod er motivationseffekten fra kursusarbejde,

der ikke har en snæver projekttilknytning, ikke anderledes end man ser den andre steder.

Den faglige kvalitet af projektarbejdet er naturligvis varierende, men der er blevet lavet nogle meget vellykkede projekter, som har påkaldt sig opmærksomhed og interesse uden for RUC.

For mig er der på baggrund af disse erfaringer ikke tvivl om, at problemorienteret projektarbejde også i praksis repræsenterer et adækvat svar på de kriseproblemer, som jeg behandlede i indledningen.

Men selvfølgelig er der også problemer og omkostninger forbundet med svaret. Endnu har vi ikke nogen færdig holdning til hvilke problemer og omkostninger, der er tilfældige og udryddelige, og hvilke der på mere fundamental måde er knyttet til selve konceptet.

Af problemer vi har mødt kan jeg f.eks. nævne, at, på trods af hvad man kunne forvente, har der vist sig vanskeligheder hos de studerende med over længere tidsrum at kunne fastholde og huske matematisk stof som de har lært i en projektsammenhæng, selv om det altså er foregået under stærkt motiverende omstændigheder. Det tyder på, at en grundigere fastnelse af stoffet som supplement til projektarbejdet kræver mere rutinepræget virksomhed, i form af opgave regning eller lignende. Et andet problem er, at uddannelsen lægger op til de studerendes forståelse af matematikken i overordnede strukturer og helheder, muligvis på for megen bekostning af en sikker tilegnelse af detaljer.

Der kan være grund til at gå lidt grundigt til værks med præsentationen af omkostningerne ved et gennemført problemorienteret, projektor organiseret uddannelsesprogram i matematik. Visse af omkostningerne synes nemlig at være fundamentale.

Omkostning nr. 1 Den første omkostning har jeg tidligere omtalt som den, at det kanoniske, fælles fagindhold for elever og studerende på et givet uddannelsesstrin reduceres i forhold til, hvad der ellers er tilfældet. Det bevirker f.eks., at aftagere ikke kan forudsætte et ganske bestemt stof tilegnet af de folk, de modtager.

Omkostning nr. 2 Målt i sædvanlig matematisk stofmængde er der næppe tvivl om at elever/studerende fra et problemorienteret projektstudium når mindre, end man kan lære under et normalt matematikstudium af samme varighed.

Omkostning nr. 3 På trods af, at matematikkens egen hierarkiske opbygning ikke er strukturerende for et problemorienteret projektstudium, er det efter min opfattelse nødvendigt at sikre, at det matematiske stof behandles stringent og også temmelig deduktivt (hvoraf ikke følger at det ikke også skal behandles induktivt). Dette afstedkommer dels nogle tidsmæssige, dels nogle undervisningsorganisatoriske vanskeligheder, som ikke er så lette at løse.

Omkostning nr. 4 Selv om det er inspirerende at gennemføre et problemorienteret projektstudium, stiller det store krav til de studerendes arbejdsmoral, selvstændighed, kritiske potentiell, intellektuelle modenhed osv. Selv om det er en del af selve systemets væsen at det har en mindre produktion end andre systemer af drop outs, tabere, er der snarere tale om at frafaldet sker meget tidligt i studiet end at det udebliver.

IX.

Som sagt er RUC-erfaringerne med problemorienteret projektarbejde i matematik så lovende, at der er grund til at spørge om noget sådant kan indføres på andre faglige niveauer, f.eks. i gymnasiet. Svaret må efter min mening blive et ja, selv om der ikke er tale om en færdigsyet enhed, som umiddelbart kan indbygges hvor det ønskes.

Det jeg hidtil har omtalt, har dels været problemorienteret projektarbejde generelt, dels visse træk ved den konkrete placering af det på RUC. Hver gang man ønsker at indføre problemorienteret projektarbejde som et konsekvent curriculumprincip, må man nøje afveje mål og midler, bestemme den konkrete udformning af balancen og vekselvirkningen mellem projektarbejde og systematisk stoftilegnelse, man må tage hensyn til den konkrete institutions særlige opgaver og forudsætninger osv. Her gives ingen færdig opskrift.

Man kan tænke sig problemorienteret projektarbejde indført, på et givet uddannelsesniveau eller på en konkret institution, på tre forskellige måder:

1. Som en total gennemførelse af det problemorienterede projektstudium som den dominerende aktivitet, ligesom på RUC. Der er ingen grund til at sige mere om dette, fordelene og problemerne er behandlet i det foregående. Afgørelsen af om man skal tage dette radikale skridt med de deraf følgende omkostninger er først og fremmest en politisk afgørelse.
2. Man kan uden at ændre de grundlæggende principper i en eksisterende curriculumplan afsætte særligt rum og tid (f.eks. 1-4 måneder) i planen til problemorienteret projektarbejde, f.eks. i den sidste del af curriculumforløbet. Herved kan man drage fordel af, at en lang række matematiske begreber, metoder og resultater allerede er opbygget hos eleverne - hvis de da har lært dem - og lægge mindre vægt på den sideløbende tilegnelse af egentligt matematisk stof. En mulig problemstilling for sådanne projektførøb kunne f.eks. vækstyrepopulationers eller menneskepopulationers vækstproblemer, selvregulation, vekselvirkning og kontrol. Her kan man komme langt med de matematiske redskaber eleverne får opbygget i gymnasiet. En beslægtet problemkreds er spredning af epidemiske sygdomme.

En anden mulighed kunne være beskrivelse af forskellige befolkningsgruppers indtægtsforhold under inddragelse af skatte- og sociallovgivningen. Valg- og afstemningsprocedurer, opinionsundersøgelers holdbarhed osv. kunne være eller andre emner, som kunne indgå. Men det er vigtigt at

fastholde, at et "autentisk" problemorienteret projektarbejde først opnås, hvis projektgruppen selv formulerer den endelige afgrænsning af de spørgsmål den vil besvare.

3. Har man at gøre med en fast undervisningsramme, som ikke lader sig ændre p.t., kan der gennemføres miniprojekter over mere afgrænsede problemstillinger, hvor også de ovenfor nævnte kan komme på tale i forskellige tilskæringer. Her vil det problemorienterede projektarbejde dog mere få karakter af en oase med en smagsprøve - men en nyttig sådan - end et egentligt projektindslag. Alligevel vil der for den fantasifulde og initiativrige lærer være meget at gøre, også under disse mere beskedne rammer.

X.

Muligvis lyder det jeg hidtil har sagt som et led i en salgskampagne for produktet "problemorienteret projektarbejde". Det er det også, for så vidt som jeg har berettet om nogle idéer og erfaringer, som jeg tillægger stor betydning og gennemslagskraft. Det er imidlertid ikke en mirakelkur jeg vil sælge. For det første er matematikkens og matematikundervisningens forhold og problemer så komplekse, at der ikke findes nogen entydig forståelse af og noget entydigt svar på de spørgsmål, man kan rejse i den forbindelse. For det andet er "problemorienteret projektarbejde" ikke en mirakelkur, men et forsøg på at give et konsekvent og sammenhængende, men ikke dermed fyldestgørende og omkostningsfrit, svar på de problemer vi i Roskilde ser som de vigtigste ved matematikken i disse år. Dertil kommer, at vi endnu har brug for at gøre mange erfaringer og fejl før vores idéer har fundet deres endelige praktiske skikkelse - og til den tid vil der måske være grunde til at foretage et opgør med dem.

XI.

Lad mig sluttelig bekende en synd. I det foregående har jeg forsøgt så klart som det efter omstændighederne har været muligt at give en deduktiv fremstilling af det problemorienterede projektarbejdes lyksaligheder som et næsten logisk tvingende svar på de indledningsvis opstillede problemer. Det kunne give det indtryk, at vore studieprogrammer ved RUC er deduktivt udtænkt ved et skrivebord efter samme linjer som jeg her har forsøgt at fremstille. Dette er imidlertid langt fra tilfældet, om end ikke fuldstændig forkert. Den konkrete udvikling af planerne har fundet sted adskilligt mere kringelkroget og mindre lineært end her beskrevet, og en stor del af det jeg har sagt er efterrationaliseret, hvis det opfattes historisk. Men det er jo matematikerens erhvervssygdom: at rede det ud som er indviklet og at sætte resultatet op som en række perler på snor. Derved bliver fremstillingen langt enklere og klarere end virkeligheden selv og end forskningsvejen faktisk var. Men det var jo også meningen.

Den følgende artikel er manuskriptet
til en artikel i bogen "Den ny mate-
matik i Danmark", red. Peter Boller-
slev, Gyldendal 1979.

OM FOLKESKOLELÆRERUDDANNELSEN I DET VIGTIGE

FAG MATEMATIK

- Kritiske kommentarer -

Mogens Niss

sept. 1978

OM FOLKESKOLELÆRERUDDANNELSEN I DET VIGTIGE FAG
MATEMATIK

- Kritiske kommentarer

I det følgende vil jeg behandle spørgsmålet:

"Hvilket billede af og hvilket forhold til matematikken, dens historiske og samfundsmæssige placering, dens anvendelsesmæssige og dens undervisningsmæssige sider, udstyres matematiklærerne i folkeskolen med gennem deres uddannelse?"

Der kan måske være behov for nærmere at begrunde rimeligheden af at beskæftige sig med dette spørgsmål blandt de mange, der indgår i komplekset matematik og matematikundervisning.

Hvorfor er matematik et væsentligt fag i skolen?

Lad mig først som udgangspunkt for diskussionen anføre nogle af de vigtigste grunde til at matematik er et væsentligt fag også i skolen.

Jeg vil især pege på to grupper af grunde:

I. Matematikken som middel til omverdensforklaring og omverdensbeherskelse.

Det er et fra snart sagt alle hold påpeget faktum, at matematikken spiller en stadig større rolle inden for andre fag (også fag, som f.eks. biologi, medicin, økonomi og geografi, hvor matematikken tidligere kun havde mere overfladiske opgaver) og inden for forskellige sektorer af samfundslivet (offentlig og privat planlægning og beslutningstagning, prognostisering og optimering er eksempler blandt flere). Dagliglivet er præget af påstande om statistiske sammenhænge mellem kostindtagelse og hjerte/kar-sygdomme, om udviklingen i lighedsbilledet mellem forskellige klasser, om valgervandringer osv. På baggrund af sådanne resultater og påstande påvirkes folks holdninger og dagligdag, og der træffes beslutninger med politiske konsekvenser, der som grundlag har matematiske procedurer af større eller mindre kompleksitet.

Disse forhold gør det i sig selv betydningsfuldt at der undervises i matematik i skolen. Men det siger ikke så meget om under hvilke former og perspektiver undervisningen skal foregå.

Hvis anvendelsen af matematik inden for de mange forskellige områder der er tale om, ikke i betydelig grad håndteres af, eller i det mindste under aktiv medvirken af, de pågældende anvendelsesområders egne udøvere, som ikke er professionelle matematikere, vil de mere avancerede anvendelser komme i hænderne på særlige eksperter i anvendelsen af ma-

tematik. Disse eksperter vil blive relativt få, og bortset fra at deres muligheder for at sætte sig ind i det forskelligartede anvendelsesområders særlige forhold nødvendigvis vil være begrænset, vil de få en meget betydelig magtstilling, hvis de ikke kan kikkes i kortene af dem, der skal benytte deres resultater, såvel som af dem der bliver berørt af dem. Endnu er udviklingen, i hver fald i Danmrk, ikke skredet så langt at konsulentfirmaer udgør det dominerende træk i matematikanvendelsen. Dels forekommer praktiske anvendelser af meget avancerede matematiske metoder i ikke-matematiske forbindelser endnu kun spredt, dels indgår undervisning i matematik i stigende grad på de uddannelser, hvis kandidater især kommer til at benytte matematiske hjælpemidler i deres fremtidige arbejde.

En betingelse for at anvendelsen af matematik ikke "ekspertificeres", er at de folk, der kommer til at arbejde inden for områder hvor matematikken anvendes, selv forberedes i deres uddannelse til at kunne anvende matematik.

Hvis sådanne anvendelser skal undgå at blive receptagtige og mekaniske, og dermed både ukritiske og i længden uden gennemslagskraft over for nye situationer, må matematikundervisningen i skolen i form, indhold og omfang være indrettet til at formidle en mangesidet og grundigt funderet indsigt i matematikken og dens forhold til omverdenen, dens muligheder og begrænsninger.

Men ikke bare for fremtidige anvendere af matematik er en ordentlig matematikundervisning allerede i skolen en nødvendighed. Også for alle andre, de der kun bliver "menige ofre" for anvendelsen af matematik, er det ud fra demokratiske synspunkter betydningsfuldt at de udstyres med redskaber til at forholde sig indsigtfuldt og fornuftigt og med kritisk stillingtagen til anvendelser af matematik i samfundet, og ikke som man oftest ser det, underdanigt eller skræmt.

For at opsummere: Med matematikkens voksende kapacitet for og konkrete bidrag til omverdensforklaring og omverdensberherskelse, er det nødvendigt at have en stærk matematikundervisning i skolen, for

- 1) at undgå uønskelig ekspertificering af matematikanvendelsen,
- 2) at undgå receptagtige, ukritiske og i længden utilstrækkelige matematikanvendelser udført af utilstrækkeligt forberedte fagfolk,
- 3) at undgå at størstedelen af befolkningen som ofre for matematikanvendelser efterlades uden redskaber til at forholde sig rimeligt til foreteelser, der har en baggrund i anvendelsen af matematik.

Disse betragtninger refererer først og fremmest til de aspekter af matematikken, som tillader forklaring og handlingsanvisninger over for forskellige fænomener eller situationer i videnskabelig eller samfundsmæssig praksis. Karakteren af og årsagerne til matematikkens gennemslagskraft over for så-

danne forhold skal ikke analyseres nærmere her. Lad mig nøjes med at pege på den aktive dannelse af matematiske modeller som et hovedelement i denne proces. Kun sjældent vil der være tale om færdige modeller fra arkivet (men nok om visse standardangrebsformer), oftest vil der være tale om selvstændig modelbygning, tilpasset de konkrete behov i den konkrete situation.

II. Matematikken som middel til omverdensbevidsthed.

Matematikken har imidlertid på et par punkter et forhold til omverdenen som indtager en særstilling. Det drejer sig om det fysiske rums egenskaber og om tallenes (først og fremmest de naturlige tals, men også til dels de rationale tals) egenskaber. I begge tilfælde handler matematikken så at sige direkte om virkeligheden (ved hjælp af geometri og talteori), på en sådan måde at virkeligheden umiddelbart danner et eksperimentelt korrektiv til de matematiske teorier der beskriver dem. Når det gælder andre områder af virkeligheden, er matematikkens muligheder for at behandle dem meget mere indirekte og formidlet via abstrakte begrebsdannelser, der kun med komplicerede tolkninger som mellemstation kan bringes til at udsige noget om virkeligheden.

Over for det fysiske rum og tallene giver matematikken omverdensbevidsthed. Imidlertid findes der jo som bekendt mange matematiske formalismer, som på hver deres måde behandler disse forhold (nogle af dem på meget indirekte måder). I nogle af dem er de strukturelle og deduktive synspunkter på teoriens indre opbygning og sammenhæng i centrum for interessen, snarere end selve resultaterne om rummets henholdsvis tallenes egenskaber.

Efter min opfattelse er det et argument for eksistensen af matematikundervisningen, at den bidrager til skabelsen af omverdensbevidsthed primært om det fysiske rum, sekundært om tallene. Men her lægger jeg vægten på resultaterne, snarere end på karakteren af de teorier om omverdens udseende resultaterne indgår i.

*

Matematikken og udøvelsen af den har som alle andre institutionaliserede beskæftigelser i samfundet en række kulturelle, æstetiske og sociologiske træk. Det er i de traditionelle og defensive begrundelser for faget oftest disse træk, der hentes frem som argument for fagets værdi i skolen, evt. suppleret med påstanden om matematikkens gunstige indflydelse på den logiske tænkeevne, som en art intellektuel bodybuilding. Efter min opfattelse kan disse træk nok begrunde, at matematikken gøres til genstand for undervisning i skolen, måske også som selvstændigt fag på linje med formning og musik. Derimod kan de ikke begrunde den fremskudte position i skolens undervisning, som jeg efter I og II mener at matematikken bør have.

Til gengæld mener jeg at det er vigtigt, når matematikken i medfør af I og II tildeles en fremtrædende position i skolen, at også de kulturelle, historiske og sociologiske træk (og

for mig da også gerne de æstetiske) inddrages som undervisningsgenstand, for at eleverne ikke skal få en forvrænget og éndimensional opfattelse af fagets karakter, rolle og muligheder.

*

Med det ovenstående sæt af argumenter for at give matematikundervisningen en høj prioritet i skolen er ikke sagt, at den bedst tænkelige undervisning til at efterleve begrundelserne er den der foregår for tiden (alle forskellene og variationerne taget i betragtning). Det ovenstående skal altså ikke tages til indtægt for den opfattelse, at alt er ved det bedste. Det er det efter min opfattelse langt fra, men det er en historie for sig, som jeg ikke vil gå i detaljer med ved denne lejlighed.

Hvorfor er matematiklæreruddannelsens indretning betydningsfuld?

Matematikken er ikke alene et vigtigt fag, det er som bekendt også et svært fag. Det er en kendsgerning som ingen didaktiske mirakelkure (heller ikke dem jeg selv praktiserer) kan gøre det af med. Ingen der i disse år har at gøre med undervisning i faget er i tvivl om det. Problemerne ligger fremme til åben beskuelse. Undervisningens hovedproblemer er bestemt dels af relevansparadokset, det paradoks at samtidig med matematikkens ovenfor omtalte stadig voksende betydning i samfundet forekommer store dele af faget en stor del af eleverne at være irrelevant og tilfældigt. Når samtidig med relevansparadokset faget forekommer alle at være svært og mange at være frygtindgydende og taberproducerende, er det ikke underligt at undervisningen i faget rummer store problemer og vanskeligheder. Årsagerne til disse problemer og vanskeligheder er mange og sammensatte. Den opgave det er at udrede dem, vil jeg lade ligge her.

Med denne situation in mente, er det ikke ligegyldigt hvordan rammerne, indholdet og tilrettelæggelsen af undervisningen ser ud. Herunder er det heller ikke ligegyldigt, hvilke uddannelsesmæssige forudsætninger lærerne har for at gøre noget ved problemerne.

Det kan næppe understreges stærkt nok, at der unægtelig findes andre faktorer end læreruddannelsen, der har betydning for matematikfagets situation i skolen. Nogle af disse faktorer er vigtigere end læreruddannelsen: skolens relative isolation fra samfundslivet, fagopdeling, pensumkrav, klassekvotienter m.m. Til gengæld hænger disse faktorer dybt sammen med de konstituerende træk i samfundet og med den almindelige politiske og økonomiske administration af det. Derved er disse faktorer almene for skolesystemets funktion og ikke specielle for matematikundervisningen. Derved er de også mindre påvirkelige fra personer og grupperinger i matematikmiljøet.

At læreruddannelsen ikke er den afgørende og ikke engang den vigtigste faktor bag matematikfagets situation i skolen, bety-

der som antydnet ikke at den er betydningsløs.

For det første er det under alle omstændigheder en forudsætning for rimeligt begrundede initiativer til ændringer, at udseende og funktion af de forskellige ingredienser i fagets situation er afdækket. Her er læreruddannelsen en faktor, der hidtil (i Danmark) har været temmelig upåagtet, men som er vigtig, f.eks. fordi lærernes matematikopfattelse får konsekvenser for undervisningens udseende og effekt, og for hvad der kan lade sig gøre. Dette skal ikke mindst tages i betragtning, hvis det gælder mere omfattende og langsigtede ændringer af matematikundervisningen.

For det andet er det inden for de gældende overordnede rammer muligt at forbedre situationen, og da er det vigtigt at vide hvor lærerne har uudnyttede ressourcer, hvor deres forudsætninger er begrænsede og hvor de kan forbedres.

For det tredje, selv om de mere overordnede rammer for skolens arbejde og for matematikkens placering blev forbedret i retning af at matematikkens samfundsmæssige rolle blev taget op til seriøs behandling, vil forbedringsmulighederne under alle omstændigheder være begrænset af begrænsninger i lærernes forudsætninger.

Min baggrund for at ytre mig

Efter således at have givet en, måske lidt langstrakt, begrundelse for at behandle det i indledningen opstillede spørgsmål bør jeg anstændigvis, inden jeg kommer til selve sagen, angive mine forudsætninger for at udtale mig, således at læseren kan lægge til eller trække fra ud fra en bedømmelse af disse forudsætninger.

Som universitetslærer, der altid har været beskæftiget på højere læreanstalter og aldrig i hverken folkeskolen eller gymnasiet, har jeg ikke undervisningsmæssige primärerfaringer fra disse skoleformer. Derimod har jeg snart 15 års erfaring i at undervise produkterne af dem. Siden 1974 har jeg været beskikket som censor ved linjefaget matematik (nu regning/matematik) ved seminarierne.

En af mine opgaver som lektor ved Roskilde Universitetscenter (siden 1972) har været at være formand for et udvalgsarbejde under undervisningsministeriet til oprettelse af en matematiklæreruddannelse ved RUC. Planerne omfattede både en uddannelse til folkeskolelærere, som af politiske grunde ikke blev realiseret, og en gymnasie/HF-læreruddannelse, som har været i funktion siden 1974. Derudover har jeg i ovetensstemmelse med RUC's profil arbejdet "teoretisk" med matematikdidaktiske og undervisningspolitiske spørgsmål i foredrag, artikler og konferencer. Dette arbejde har bl.a. fundet sted under inspiration af samtaler med adskillige matematiklærere fra alle undervisningsniveauer og fra mange lande.

Linjefaget matematik, regning/matematik siden 1954.

Linjeuddannelsen i matematik efter 1954-loven og 1955-bekendtgørelsen gik i snæver faglig forstand næppe ud over det matematisk-naturvidenskabelige gymnasiums matematikpensum, og nåede på mange punkter ikke engang så langt. Stor vægt var lagt på

"En grundig behandling af det stof, som gennemgås i folkeskolen..." og på "grundig og metodisk opgaveløsning...". Som et i forhold til gymnasiet nyt punkt indgik "Belysning af fagets grundlag og historie", og der henvises som "passende emner" til geometriens og aritmetikkens aksiomatiske grundlag, som behandlet i bøger af Jul. Petersen og Hjelmslev. Eksamen i linjefaget tog, ud over en skriftlig prøve i opgaver fra pensum, form af enten udarbejdelse af en didaktisk opgave i folkeskolens stof eller i en mundtlig prøve i et bestemt emne.

De ændringer af linjeuddannelsen i matematik, der indtrådte med 1966-loven som udmøntet i 1969-bekendtgørelsen, tjente alle til en styrkelse af det faglige indhold i snæver forstand. Denne styrkelse, der skete parallelt med og som en opfølgning af indførelsen af "den ny matematik" overalt i skolesystemet, var på den ene side baseret på filosofien om "fagligt overskud" i forhold til folkeskolens pensum. Det drejede sig konkret om abstrakte algebraiske strukturer i almindelighed og om en aksiomatisk/konstruktiv opbygning af de naturlige, de rationale og til dels de reelle og de komplekse tal, i særdeleshed. Det drejede sig endvidere om aksiomatisk opbygning af geometrien, herunder flytningsgeometrien i planen og om rumgeometrien byggende på vektorbegrebet.

På den anden side, men stadig i overensstemmelse med overskudsfilosofien, indførtes sandsynlighedsregning som et nyt emne, omhandlende endelige sandsynlighedsfelter og gennemført temmelig aksiomatisk.

De fagdidaktiske og historiske indslag, der var indeholdt i 1955-bekendtgørelsen var bortfaldet i 1969-bekendtgørelsen.

Eksamen i linjefaget bestod af to skriftlige prøver, stort set udelukkende i teori, samt en mundtlig prøve i to dele, hvor den ene del omfattede et teoretisk emne til fremlæggelse og den anden et mere elementært emne, ofte i en ekstemporalt tilegnet tekst.

Det er vanskeligt at komme uden om, at en styrkelse af det faglige indhold i forhold til 1955-bekendtgørelsen var en tiltrængt foranstaltning. Der er imidlertid grund til at stille spørgsmålstegn ved om den gennemførte ændring var den rigtige. Mine argumenter for at dette ikke var tilfældet, vil fremgå nedenfor.

De kredse, der stod bag ændringen med 1975-bekendtgørelsen, har antagelig heller ikke været tilfredse med tilstandene. Formålsformuleringen i 1975-versionen var ganske vist uændret i forhold til 1969. Indholdet af den abstrakte algebra ligeledes, men den aksiomatisk/konstruktive indførelse af tal-systemerne blev lidt reduceret i forhold til 1969-bekendtgørelsen: i stedet for 1969-bekendtgørelsens krav om en konstruktiv indførelse af de rationale tal, kræves i 1975-bekendtgørelsen kun konstruktion af de hele tal eller af de

positive rationale tal. Hvad angår de reelle tal er ambitionsniveauet nedskrevet til at "påvise de rationale tals utilstrækkelighed" og til "omtale af forskelle mellem de ordenede legemer af de rationale tal og de reelle tal". De komplekse tal omtales ikke længere.

For geometriens vedkommende er kravene om en aksiomatisk opbygning af flytningsgeometrien afløst af "undersøgelse af mængden af flytninger...", den aksiomatiske opbygning af incidensgeometrien er modereret til belysning af dens opbygning. Endvidere gøres folkeskolens indledende undervisning i geometri udtrykkeligt til genstand for behandling. I øvrigt er rumgeometrien bortfaldet.

Til 1969-bekendtgørelsens indhold af sandsynlighedsregning er i 1975-bekendtgørelsen føjet deskriptiv og induktiv statistisk, indeholdende simpel hypotesetestning og estimation.

Som noget nyt er i 1975 optaget emnet "algoritmer".

De beskrevne ændringer er ikke særligt radikale, men bærer alle den samme tendens: at mindske flyvehøjden i abstraktionerne for til gengæld at orientere indholdet mere mod det faktiske arbejde i skolen og at reducere omfanget af de mere komplicerede teorier. Dette har antagelig været et formål i sig selv, men har utvivlsomt også været gennemført for dels at skaffe plads til statistik og algoritmer, begge med en praktisk orientering, og dels for at skaffe plads til 1975-bekendtgørelsens anden og måske mest perspektivrige nydannelser "Et individuelt emne i tilknytning til undervisningen i folkeskolen eller til matematikkens praktiske anvendelse".

Den omtalte tendens kan også ses i ændringerne i eksamensformer og -krav. Der er nu kun én skriftlig prøve i teori, i stedet for som før to. Den ene del af den mundtlige prøve er nu viet eksaminationen i det individuelle emne. Hvor der før var foreskrevet vægte for de enkelte prøvers bidrag til den samlede karakter, gives denne nu ud fra en helhedsbedømmelse af prøverne.

Kritik af linjefagsuddannelsens indhold

Til bedømmelse af folkeskolelæreruddannelsen i matematik vil jeg bl.a. hæfte mig nærmere ved fem spørgsmål, stillet i forhold til 1975-bekendtgørelsens bestemmelser om linjefaget regning/matematik:

Hvilket indtryk formidles til de studerende af

- 1) matematikken som lærebygning
- 2) drivkræfterne for matematikkens udvikling
- 3) matematikkens historiske og samfundsmæssige placering
- 4) matematikken som middel til omverdensbeskrivelse
- 5) psykologiske og sociale aspekter ved tilegnelsen af matematik?

1. Hvilket indtryk formidles til de studerende af matematikken som lærebygning?

I det billede af matematikken som lærebygning der formidles tildeles algebra og algebraisk talteori en dominerende position. Også aksiomatisk geometri indtager en betydningsfuld plads i uddannelsen, om end som påvist ovenfor noget modereret i forhold til 1969-bekendtgørelsen. I begge tilfælde lægges der vægt på spilleregelsaspektet af teorierne snarere end på udsagnene i dem. Selv om der i følge sagens natur endnu kun er få erfaringer med eksamensopgaver efter 1975-bekendtgørelsen, udviser de der hidtil har været stillet, ikke noget brud med fortiden: Opgaverne i disse emner er orienterede mod at checke definitioner og simple sætninger efter et ret fast skema, for algebraens vedkommende gerne i algebraiske strukturer med eksotiske og til lejligheden opfundne kompositionsregler. De algebraiske strukturer benyttes ikke til at repræsentere, endside behandle, fænomener der af andre grunde har interesse. Hvad geometrien angår synes eksamensopgaverne nærmest at tjene til at afsløre, at de studerendes manipulationer inden for den abstrakte ramme foregår med betydelig forståelsesmæssig afstand til de "dagligdags geometriske objekter" som teorien skal repræsentere.

I sandsynlighedsregning er den altovervejende beskæftigelse at trække (med eller uden tilbagelægning) kulørte kugler op af urner eller krukker, eller til nød påskrevne sedler op af æsker eller hatte, hvorefter man beregner sandsynligheder for betydningsfulde hændelser og værdier af uomgængelige stokastiske variable. Eksamensopgaverne har næsten altid et sammensat kugletrækningeksperiment med to deleksperimentter som udgangspunkt, hvorved man kan finde fordelingerne for en, to eller tre stokastiske variable, hvis værdier praktisk altid ligger inden for mængden $\{0,1,2,3,4,5\}$ (ellers ville det tage for lang tid at bestemme fordelingen af summer). I tilgift et par betingede sandsynligheder, kovarianser og korrelationskoefficienter.

Det fremgår at opgaverne i algebra, geometri og sandsynlighedsregning nærmest kan karakteriseres som begrebseksercits.

Det er i øvrigt karakteristisk for linjefagsuddannelsen, at matematisk analyse (altså emner, hvori indgår grænseovergange, som f.eks. i tilknytning til funktioners opførsel, integralregning, differentiaalligninger, numerisk analyse m.v.) overhovedet ikke forekommer, lineær algebra og matrixregning ej heller. Disse emner er blandt dem der først byder sig til, når det gælder anvendelsen af matematik.

Et emnevalg som det beskrevne kan næsten kun efterlade de studerende med det indtryk, at matematikken - når den går ud over regning - består af diverse mere eller mindre sindrigt udtænkte spil, med spilleregler der er hentet ned fra snoreloftet, og som lige så godt kunne være nogle andre. Endvidere at disse abstrakte spil - hvis de da ikke går ud på at trække kugler af urner - nok fremstår som generaliseringer af genstandsområder (tal og geometri) som kendes i forvejen, men at der ikke så meget er tale om at opdage nye vigtige

træk ved disse genstandsområder som at emballere dem på kunstfærdige og spektakulære måder.

Den eneste modifikation, fra emnelistens side, af dette billede ligger i emnet "algoritmer", især hvis det kobles med datalære, og i statistikken, der selv om den kun tillader binomialsituationer kommer rundt om fundamentale spørgsmål i statistiske problemstillinger.

2. Hvilket indtryk formidles til de studerende af drivkræfterne for matematikkens udvikling?

Dette spørgsmål er næsten allerede besvaret med det foregående. Ubesmykket sagt er svaret: intet. Det matematikbillede der blev indkredset i det foregående, er et meget statisk billede. I højden kan man tænke sig f.eks. den algebraiske talteori præsenteret som resultat af langstrakt forsken i talsystemernes inderste hemmeligheder, hvor metoden har været at isolere bestemte træk ved tallene, at rendyrke dem på deres egne betingelser for at studere deres struktur, for derefter at opfatte et givet talsystem som værende karakteriseret af et bestemt sæt af algebraiske egenskaber. Noget tilsvarende kan siges om geometrien. Men dette formidler jo ikke noget andet indtryk, end at matematikken udvikler sig ved indadvendt selvbeskuen i én stor abstraktions- og generalisationspiral.

Og det er jo, som mange vil vide, kun en enkelt af matematikkens måder udvikle sig på. Den udgør i øvrigt et relativt sent udviklingsstadium for emner som i forvejen har eksisteret i mange tidligere varianter på lavere abstraktionsniveauer.

3. Hvilket indtryk formidles til de studerende af matematikkens historiske og samfundsmæssige placering?

Også for dette spørgsmål, der er nært sammenhængende med det foregående, fremgår svaret næsten under punkt 1. I det omfang der overhovedet nogetsteds forekommer historiske elementer i linjefagsundervisningen (og jeg har aldrig mødt dem) sker det uden for bekendtgørelsens rammer, omend vel ikke i strid med dem. End ikke de behandlede emners og problemstillingeres oprindelse, begrebslige udvikling eller tidsmæssige fastsættelse omtales i pensum. Fråværet af fagets historiske dimensioner falder i tråd med det ovenfor omtalte matematikbillede.

Bedre står det ikke til med fagets samfundsmæssige placering, der heller ikke gøres til genstand for undervisning. Det indtryk af matematikkens samfundsmæssige placering og rolle, der resulterer af undervisningen, er antagelig begrænset til generelle og næppe konkret funderede ideer om matematikkens almindelige betydningsfuldhed i kraft af anvendelser. Men om samspillet mellem fagets problemstillinger og "virkelighedens", om de forskellige forsknings-, undervisnings- og anvendelsesmiljøers opgaver og institutionelle forankring, melder historien intet.

Alt i alt fremstår matematikken, dens opgaver og placering, som uafhængig af historiske og samfundsmæssige omstændighe-

der. Herved bliver faget færdigt, udviklingsløst, urørligt, løsrevet fra tid og rum - et platonisk ideal, en krystal man kan dreje og beskue og beundre, men ikke komme ind på livet af.

4. Hvilket indtryk formidles til de studerende af matematikken som middel til omverdensbeskrivelse?

Det er efter bekendtgørelsen et erklæret formål med linjefagsuddannelsen, "at de studerende erhverver sig kendskab til principper for matematikkens anvendelse samt til eksempler på løsning ved matematiske hjælpemidler af praktiske problemer fra andre fagområder og fra samfundslivet".

Med indførelsen af statistik, algoritmer og det individuelle emne er der da også taget skridt til i princippet at tage dette formål alvorligt, og i den henseende markerer 1975-bekendtgørelsen et fremskridt i forhold til 1969-bekendtgørelsen.

På trods af dette er der langt igen før den aktive, konkrete dannelse og behandling af matematiske modeller for problemstillinger uden for matematikken selv får den plads i linjefagsuddannelsen, der skal til for at formålet kan realiseres. Alene på grund af de gældende tidsrammer for undervisningen, er der ikke tid til at gøre noget sådant i andet end symbolsk omfang.

En systematisk kulegravning af hvilke problemstillinger fra virkeligheden, der kan behandles med folkeskolens pensum i regning og matematik, burde være en selvfølgelig del af linjefagsundervisningen (hvormed ikke være sagt, at dette skulle være tilstrækkeligt). Derved kunne det "faglige overskud" i stedet for at være en besværgelse, bl.a. få den konkrete mening at levere matematisk opmærksomhed og perspektivering af forskellige former for omverdensbehandling med matematiske hjælpemidler.

Matematikens muligheder og begrænsninger som middel til omverdensbeskrivelse bliver nok officielt fremhævet som et afgørende perspektiv på uddannelsen, men når det kommer til indholdsfastlæggelsen er der i det store og hele tale om postulater snarere end om vidnesbyrd. Dette forhold cementeres ikke mindst gennem de skriftlige eksamensopgaver ved uddannelsens afslutning, der udviser et ikke så lidt platonisk forhold til denne del af bekendtgørelsens formålsformulering. Alt i alt bliver matematikken som omverdensbeskrivelse noget man taler om, men ikke gør ret meget ved, og den kommende lærer bliver våbenløs over for elevernes spørgsmål om hvad matematikken gør godt for.

Man kan således have sine tvivl om, at folkeskolelæreren med linjefag i regning/matematik bliver udstyret med tilstrækkelige forudsætninger for i sin undervisning at demonstrere, at matematikken er det vigtige fag, som jeg beskrev i indledningen, og for at honorere de udfordringer der følger jer af.

5. Hvilket indtryk formidles til de studerende af psykologiske og sociale aspekter ved matematiktilægnelsen?

Et af de væsentligste ankepunkter mod den eksisterende linjefagsuddannelse, et ankepunkt som kan anføres mod folkeskolelæreruddannelsen som helhed, er den organisatoriske og indholdsmæssige adskillelse mellem uddannelsens almene pædagogiske, psykologiske, sociologiske, metodiske elementer og linjefagets indhold. Denne adskillelse får til konsekvens, at disse elementer i uddannelsen kun kommer linjefaget til gode i al uforpligtende abstrakthed og ikke konkret forbundet med matematikundervisningens specifikke forhold og problemer. Den for lærergerningen nødvendige syntese af disse ingredienser henvises dermed til uformidlet skabelse i den enkelte studerendes eget hovede - hvis den overhovedet indfinder sig.

Arbejdsdelingen mellem de almene didaktiske elementer og det faglige indhold af linjefaget betyder i praksis, at det fagdidaktiske arbejde, der burde stå i centrum i uddannelsen, i høj grad bliver stedbarn. Ganske vist er fagdidaktisk arbejde én af de to hovedmuligheder for det individuelle emne, men det vil ofte forløbe, ikke som kronen på en længerevarende bearbejdelse af fagdidaktiske problemstillinger, men som et uddannelseselement der må gennemføres med på vigtige punkter temmelig forudsætningsløse studerende. (Det er da også mit indtryk, at det mange gange har voldt vanskeligheder at få etableret en lige så intens vejledning ved det individuelle emne som ved undervisningen i f.eks. talsystemernes opbygning.)

For mig er det afgørende ikke så meget brugen af almene psykologiske, pædagogiske eller sociologiske teorier på matematikundervisningen. Jeg tror, at sådanne teorier har deres værdi deri, at de ved at levere betragtningsmåder der ligger uden for faget selv, kan give perspektiv og luft under vingerne, og måske tilføje nogle analysemuligheder for eftertanken. Derimod er jeg skeptisk over for sådanne teoriers muligheder for at kunne anvise brugbare, konkrete undervisningsbeslutninger. Hvad jeg anser for vigtigst er at der overhovedet lægges op til en central placering af overvejelser, gennemført med de midler dernu måtte være til rådighed, over egentlige fagdidaktiske problemstillinger. Og på det punkt er der stadig langt igen.

Det indtryk der formidles til de studerende af de psykologiske og sociale aspekter ved tilegnelsen af matematik bliver således nærmest synonymt med det almene indtryk af tilegnelsesforholdene i skolens undervisning, der formidles i de pædagogiske, psykologiske, sociologiske og metodiske fag. Et indtryk, der er forankret i fagdidaktisk virksomhed har ikke mange chancer for at blive stærkt.

Slutning

Det matematikbillede jeg har fundet indbygget i bestemmelserne om linjefagsuddannelsen og udledt med støtte i mine censorerfaringer, er et temmelig skævt matematikbillede. Det er både skævt set indefra, i forhold til matematikkens indre opbygning, problemstillinger og arbejdsmåder, hvor man i læreruddannelsen stilles over for et fag domineret af abstrakte algebraiske strukturer, og set udefra. Matematikken fremtræder som et historie- og udviklingsløst fag uden ret mange forbin-

delser til samfund og praksis. Den typiske linjefagsstuderende får ikke kontakt med et levende fag, anskuet som en organisk totalitet, med videnskabelige, historiske, filosofiske, samfundsmæssige, anvendelsesmæssige, didaktiske og æstetiske bånd. Den studerende får ikke lejlighed til at se på sit fag udefra. Dette rummer fare for indfangelse af faget i et forhold, der på mange måder er autoritært. Skarpt sat op kan den kommende lærer enten blive ambassadør for et autoritært fag, lige så utilnærmeligt som det han selv har været i berøring med. Eller han kan blive så desillusioneret og frustreret over for fagets værdier og muligheder, at han i realiteten kun kan formidle almindelig skepsis og opgiveness over for matematikkens relevans. Kan man med en sådan baggrund formidle en realistisk indsigt, holdning og adfærd over for fagets karakter, muligheder og begrænsninger til eleverne i en folkeskole, hvor der er masser af andre vanskelige problemer end matematikundervisningen?

Inden mistrøstigheden breder sig mere end godt er, må jeg minde om tre forhold.

For det første skal det jeg her har fremført ikke gøre det ud fra en videnskabelig undersøgelse, fremlæggende uafviselige kendsgerninger. Jeg har forsøgt på baggrund af de teoretiske og praktiske erfaringer jeg har gjort, at uddistillere et for så vidt syntetisk, generelt totalbillede af de tendenser der ligger i rammerne for linjefagsundervisningen i regning/matematik. Et totalbillede af et sæt tendenser er næsten altid en konstruktion, der ikke kan dække realiteterne ved alle landets 29 seminarier.

For det andet er dette totalbillede teoretisk i sin natur. Af den enkelte linjefagslærer og det enkelte linjehold modificeres billedet på mangfoldige punkter i den faktiske undervisning. Jeg har mødt flere lærere og studerende der gør et glimrende stykke arbejde for at modvirke og, når det lykkes, demontere det billede der her er ridset op. Men ikke desto mindre kunne meget være bedre.

For det tredje og sidste må man tage i betragtning, at der med 1975-bekendtgørelsen er foretaget en række skridt i hvad jeg anser for den rigtige retning. Det peger på at der foreligger en situation i stadig udvikling, hvor uddannelsesarkitekterne viser interesse for at konfrontere de centrale regulativer med erfaringerne fra marken. Ved den næste ændring af rammerne for linjefagsuddannelsen i regning/matematik vil det vise sig, om denne bedømmelse var berettiget.

Mogens Niss
5.sept. 1978

Den følgende artikel blev i en forkortet version offentliggjort i dagbladet "Information" under titlen "Alliance mellem højre og venstre omkring "Videnskabsrindalismen"". Artiklen blev bragt den 22. maj 1978

VIDENSKABSRINDALISME

Af Mogens Niss, lektor i matematik ved Roskilde Universitetscenter

DER har utvivlsomt til alle tider fandtes kredse, hvor der har hersket stor speksis og også foragt for hovedparten af de hensigter, gøremål og resultater som har indgået i det kompleks af fænomener, som på det pågældende tidspunkt er blevet kaldt videnskab. Der er derfor ikke noget bemærkelsesværdigt i, at tilsvarende kredse eksisterer også i dag. Det er derimod bemærkelsesværdigt - og nyt - at en udtalt mistro, skepsis og foragt for videnskabernes indhold og samfundsplacering har vundet så meget gehør i den offentlige debat og hos politikerne, at denne holdning kan ses som dominerende over andre holdninger til videnskab.

Man har altid kunnet finde videnskabsfjendtlighed og antiintellektualisme i rigt mål på højrefløjen (fascismen, mccarthyismen og glistrupismen er eksempler nævnt i flæng). Men det er nyt at finde den udbredt også til venstrefløjen som det ses i disse år, nærmere bestemt på den del af den universitære venstrefløj, som har sine rødder i eller er aftagere af studenteroprøret. Dette stiller venstrefløjen, og især "det nye venstre", over for et problem, som ingen rigtig har villet røre ved. Det følgende er et forsøg på at åbne ballet i den henseende.



STUDENTEROPRØRET havde blandt sine mange forskellige mål et opgør med videnskabernes ideologiske betingethed. Denne betingethed antog forskellige former inden for de forskellige videnskabsområder, men opgøret forløb gennem de samme faser. I den første fase, fra årene umiddelbart efter 68, var ideologikritikken dominerende. Den drejede sig om at påvise videnskabens ideologiske bundethed til standpunkter og interesser som man finder dem i højre side af samfundet. Tæt forbundet med ideologikritikken var opgøret med myten om videnskaberne som producenter af positive, objektive udsagn om verdens indretning. Ideologikritikken gik hånd i hånd med et positivismeopgør, der var så gennemført at ordet "positivisme" siden har været et skældsord.



MEN disse sider af studenteroprøret var, selv om de i starten dominerede, ikke de eneste. En anden side - med mange tråde til den første - udmøntedes i slagordet: "forskning for folket - ikke for profitten". Dette slagord udtrykte ikke bare et opgør med videnskaben, sådan som ideologikritikken og positivismekritikken kunne siges at være det, men også kimene til en række krav til videnskaberne: de skulle ikke ophøre med at producere resultater, men de skulle producere for nogle andre samfundsgrupper end hidtil: for den brede befolkning (= arbejderklassen). I fortsættelse heraf opstod den også i bredere kredse benyttede parole: videnskabens udøvere skal ud af elfenbenstårnet, ud at gøre nytte i samfundet.

Denne parole rummer en afgørende tvetydighed, der forbinder studenteroprørets paroler med det officielle samfunds uddannelses-

og forskningsreformbestræbelser. Der er næppe mange der (længere) tror, at årsagen til studenteroprørets relative succes bare skal findes i studenternes og de sympatiserende yngre læreres organisatoriske gennemslagskraft og i retfærdigheden af deres sag. Det følger næsten allerede af, at studenteroprøret sejrede praktisk talt overalt i de vestlige lande. Baggrunden for succesen skal selvsagt findes især i, at den (internationale) udvikling i de højere uddannelser og deres forhold til samfundet afdækkede nogle fundamentale problemer ved universiteternes og de højere læreanstalters funktion, også problemer der var væsentlige i forhold til behovene, som de så ud for samfundets magtapparat.

Det højere uddannelsessystem var for konservativt og for stift til at kunne imødekomme ændrede og voksende krav fra "samfundet" til forskningen og især uddannelserne om relevans og fleksibilitet. Derfor forløste studenteroprøret med et snuptag en række spændinger i det højere uddannelsessystem, som også var blevet et tiltagende problem for det officielle samfund og den progressive kapital.

Studenteroprøret på den ene side og uddannelsesplanlæggere og -politikere på den anden side gjorde altså fælles sag i bestræbelserne på at rive universiteterne og de højere læreanstalter ud af deres isolation.



EFTERHÅNDEN udvikledes en ny fase af opgøret med videnskaberne, den fagkritiske fase. Fagkritikken tager udgangspunkt i videnskaberne samfundsmæssige betingethed, og udfolder på den baggrund bestræbelser på at gøre både forskningen og de højere uddannelser politisk relevante, hvilket oftest vil sige at de gøres til instrumenter for arbejderklassens konkrete behov. Maler- og andre fagkritiske rapporter var de første udtryk for dette.

Men også det officielle samfund ønskede at gøre det højere uddannelsessystem til instrument for andre interesser, omend unægtelig ikke arbejderklassens, end den blotte sandhedssøgen. Bl.a. skulle de højere uddannelser med deres nye præg af masseuddannelser tjene til at forsyne samfundet tilstrækkeligt med fleksibelt uddannet arbejdskraft, der smidigt kunne sættes ind i hastigt skiftende opgaver, med effektivitet som det bagvedliggende mål.

Fælles for de forskellige ønsker om at sætte forskningen og de højere uddannelser i tjeneste hos bestemte interesser, hvad enten det er arbejderklassens eller erhvervslivets, er altså et krav om videnskabens umiddelbare relevans og nytte for disse interesser. Kun i det omfang forskningen og uddannelserne kan honorere dette krav er der mening i at tillægge dem værdi og i at pumpe penge i dem. For studenteroprørets arvtagere er videnskaben som objektivt erkendelsesmiddel for længst demaskeret som en illusion og den ideologiske nøgenhed udstillet for alverden. Derfor op i røven med enhver snak om sandhed, objektivitet og erkendelse, det drejer sig om at fremme bevidstgørelsen om samfundets inderste indretninger. Også for det politiske og økonomiske system kan interessen for videnskaben som erkendelsesmiddel ligge på et lille sted. Hvad det gælder om er resultater til fremme af samfundets økonomiske trivsel.

Disse krav om umiddelbar interesseorienteret nytte som eksistens-

berettigelsen for forskning og undervisning vil jeg i analogi med et velkendt fænomen benævne videnskabsrindalisme.

I tresserne var de ovenfor omtalte tendenser temmelig grundigt camoufleret af en lang række mere idealistiske og liberalt-progressive reformbestræbelser, der ikke alene tænkte i økonomi, men også i forskning og uddannelse som fundamentale kulturelle investeringer og som midler til at skabe baggrund for kontrolrede samfundsforandringer.



MEN nu har vi haft økonomisk krise i fem år og fremtidsudsigter er ikke de bedste.

Kravene om forskningens og uddannelsernes umiddelbare nytte er mere højkrøstede end længe. Centralt styret forskningsprioritering er blevet styrket. Videnskabsrindalismen har gode tider. Landets undervisningsminister truer forskerne med, at hvis ikke de får befolkningen overbevist om deres nytteværdi, kan de godt forberede sig på at pakke sammen. Videnskabsrindalismen og den voksende antiintellektualisme er forbundet med angreb på intellektuelle og akademikere som personer og grupper. Heri og i kravene om umiddelbar nytte og forståelighed af videnskaben, og om skrotning af det som ikke har disse egenskaber, går venstrepopulistiske og højrepopulistiske standpunkter hånd i hånd. Dele af venstrefløjen og højrefløjen har objektivt, omend ikke subjektivt, set indgået en uheldig alliance.



SOM det er forsøgt skitseret i det foregående, er rødderne til den beskrevne videnskabsrindalisme af venstrepopulistisk tilvirkning ikke svære at få øje på, og hvad mere er: et radikalt opgør med en lang række organisatoriske og indholdsmæssige sider af det gamle højere uddannelses- og forskningsvæsen var nødvendigt. Det var nødvendigt at søge løsninger på konsekvenserne af en stadig mere vildtvoksende specialisering og indadvendthed i videnskaberne på den ene side, og at afhjælpe behovet for personer, der kan overskue og agere i forhold til mere komplekse problemstillinger, på den anden side. Det var nødvendigt at sikre videnskabelig behandling af påtrængende problemstillinger, som videnskaberne og uddannelserne havde ladet urørt, og det var nødvendigt at opløse professorvældets førergreb på forskningen og undervisningen og på systemkritiske yngre lærere og studerende.

Men selv om videnskabsrindalismens opkomst kan forklares og forstås, og selv om (ellere rettere: netop derfor) den i sin venstrepopulistiske udgave har vundet meget gehør på venstrefløjen, er det nødvendigt at gøre op med den. Jeg skal forsøge at begrunde hvorfor.



DER er to typer af grunde til, at det videnskabsrindalistiske standpunkt er forkert og farligt, først og fremmest for venstrefløjsinteresser.

I.

Den første type af grunde tager udgangspunkt i en accept af det værdifulde i, at videnskab skal gøre nytte, også gerne kortsigtet, men ser det videnskabsrindalistiske standpunkt som en dårlig strategi til opnåelse af målet.

1. For det første ligger der bag det rindalistiske standpunkt en fejlagtig opfattelse af, hvordan videnskabelige resultater overhovedet opnås, af hvordan forskellige videnskabsprocesser forløber og af hvordan videnskaberne udvikler sig. Videnskabsrindalismen er "voluntaristisk", dvs. den opererer med en (skjult) antagelse om at videnskaben kan hvad den vil.

Men videnskabelige svar på stillede spørgsmål, de være sig nok så påtrængende, frembringes ikke bare ved stærk vilje og megen flid. Det videnskabelige felt, i hvilket et givet problem søges løst, må i forvejen være i en sådan forfatning, at det teoretisk og praktisk er rede til at behandle spørgsmålet, dvs. der må allerede forefindes adækvate resultater, metoder og teorier, i forhold til hvilke det rejste problem kan indplaceres. Og det kan kun opnås på baggrund af en mangfoldighed af videnskabelige aktiviteter, nytteorienterede såvel som rent erkendelsesorienterede. De enkelte videnskaber vil altså meget sjældent være i stand til at give tilfredsstillende svar på forelagte spørgsmål med umiddelbar forbindelse til nytteinteresser. Hvis den bagvedliggende forskning, der kan bringe en videnskab i en forfatning, hvor den er skikket til i det hele taget at tage et problem op til kvalificeret bearbejdelse med håb om resultater, afskæres, vil det ikke være længe før videnskabens kapacitet til at svare holdbart på noget som helst rådner op af iltmangel.

I tidens løb er dette forhold blevet (mis)brugt som at argument for, at enhver videnskabelig aktivitet er værdifuld bare den holder standarderne, dels fordi den bidrager til den almindelige videnskabelige udvikling, og dels fordi "man aldrig kan vide, hvad der kan anvendes om 200 år, se bare på Newtons arbejde". Denne konsekvens er det urimeligt at drage, først og fremmest fordi den freder videnskaberne og videnskabspolitikere fra at forholde sig kvalitetskritisk, relevanskritisk og perspektivkritisk til videnskabernes arbejde. Men til gengæld må det stå fast, at politikere (i en bred betydning af ordet) ingenlunde er de bedst egnede til at udøve denne kritik, og i endnu mindre grad til at beslutte hvilke aktiviteter, der er værdifulde og hvilke ikke.

2. Insisteres på produktionen af her-og-nu-resultater som videnskabens eksistensberettigelse og hovedbeskæftigelse, ud over hvad de enkelte videnskaber, jvf. det foregående, er i stand til at levere, opstår en fare, som på ikke ret langt sigt vil underminere mulighederne for at producere nye holdbare resultater. En afgørende faktor i det forhold at nogle påstande om verdens indretning kan betragtes som særligt holdbare, er at de har overlevet det fyrværkeri af tests og kritiske diskussioner, som den videnskabelige institution med dens allerede indvundne resultater, med dens teori- og metodeapparater og normestemer m.m. skaber^{x)}. Hvis den videnskabelige institution ikke kan holde dette ved lige (og det kan den ikke, hvis den kun må tjene umiddelbare nytteformål) vil dens kritiske potentiel visne bort. Videnskabelige undersøgelser afløses af udredninger, holdbare resultater af hypoteser og påstande, hvis rigtighed afgøres af poli-
 x) Med fremhævelsen af dette kritk- og testapparat er ikke sagt, at den videnskabelige institution er udtømmende karakteriseret, heller ikke at dette apparat selv er hævet over interesser eller over kritk.

tiske konjunkturer. Videnskaberne banaliseres og politiseres i dårlig forstand, fordi de kommer i magthavernes tjeneste.



II.

Den anden type af grunde afviser, at nytteinteresser alene kan udgøre eksistensberettigelsen for videnskabelig virksomhed. I stedet fremhæves de kritiske og frigørende træk ved videnskabelig virksomhed og indsigt.

1. Det blev ovenfor konstateret, at en realisering af det videnskabsrindalistiske standpunkt fører til, at videnskabelige resultater i fremtiden vil tage form af påstande og hypoteser afhængige af politiske konjunkturer og magthaverinteresser. En fri og uafhængig videnskabsinstitution, der ikke bare har den juridiske ret, men også de materielle ressourcer til at undersøge verdens indretning på den enkelte videnskabs egne præmisser, er en vigtig bastion for al kritisk virksomhed, der vil gøre sig håb om at skabe modmagt på baggrund af modindsigt^{x)}. Hvis der ikke skabes fristeder og institutionelle og materielle rammer, hvor folk uden trussel på brødet betales for at udøve fri og uafhængig videnskab, får samfundskritikken dårlige kår. Kravet om at videnskaberne skal stille til tjeneste for arbejderklassens direkte bestillinger, giver ikke samfundskritikken bedre kår end socialdemokratiets og erhvervslivets krav om forskning og undervisning for erhvervslivet, fordi forståelsespotentialitet og dermed den kritiske kapacitet dør ud. De eneste, der på langt sigt vil profitere af et gennemført brud med dogmet om videnskabens frihed og uafhængighed er de økonomiske magthavere. At eksistensen af en fri og uafhængig videnskab er temmelig langt fra at være en tilstrækkelig betingelse for opkomsten af samfundsforandrende bevægelser med socialistisk perspektiv, må ikke føre til den fejlslutning, at den ikke indgår blandt de nødvendige betingelser.

2. Som eksistensen af fri og uafhængige videnskabelige institutioner og personer er en vigtig forudsætning for en gennemslagskraftig samfundskritik, er det tilsvarende vigtigt at flest muligt i samfundet gennem deres uddannelse og på anden måde får redskaber i hænde til selvstændigt og kritisk at erkende og forholde sig til en bred front af facts og sammenhænge. I modsat fald har folk ingen værn mod demagogi og manipulation, som altid vil blive udøvet på magthavernes betingelser og i overensstemmelse med den herskende ideologi, og de vil komme i lommen på "eksperter" og teknokrater. I denne forstand får indsigt og forståelse og deres forudsætninger i videnskabelig erkendelse en frigørende funktion. Uden et højt bevidstheds- og erkendelsesniveau og kapacitet for selvstændig, kritisk stillingtagen og tankevirksomhed hos en stor del af befolkningen, vil drivkraften i folkelige bevægelser være medløberi og ikke indsigtfuld overbevisning, og ikke-stalinistiske samfundsforandringer mod et socialistisk samfund bliver næppe mulige.

På den baggrund er den på den universitære venstrefløj almindelige foragt for "erkendelse for erkendelsens egen skyld" ilde anbragt, fordi den er udtryk for en forkert forståelse af nød-

x) At der kan sættes mangt et spørgsmålstejn ved den faktiske frihed og uafhængighed hos megen eksisterende videnskabelig aktivitet kan ikke fjerne ønsket om en fri og uafhængig videnskab.

vendigheden af erkendelse som baggrund for handlinger, og fordi den derved fratager sig selv et våben i klassekampen. Men atter kan der være grund til at understrege, at en accept af "erkendelse for erkendelsens egen skyld" ikke fritager for en løbende kritisk stillingtagen til arten og relevansen af den erkendelse der er tale om. Blot skal denne stillingtagen udøves under et mangesidigt perspektiv, og ikke monopoliseret, hverken af magthavere eller modestrømninger.



DER kan måske være grund til på dette sted at understrege, at afvisningen af forestillingen om, at videnskabens eksistensberettigelse ligger i dens umiddelbare nytte, ikke betyder, at universiteterne og de højere læreanstalter skal afholde sig fra at drive videnskabelig virksomhed med en sådan nytte for øje. Tværtimod tjener forsvaret for en fri og uafhængig videnskab også som et forsvar for friheden til uantastet at drive forskning i arbejderklassens interesse, en forskning som der er al mulig grund til at fremme.



EN ventelig reaktion fra kredse i den universitære venstrefløj på betragtninger som disse vil være en afvisning af dem som udtryk for traditionel positivistisk videnskabstro, som man finder den hos borgerlige universitetsfolk. Som det fremgår, anser jeg en sådan afvisning og det bagvedliggende rindalistiske standpunkt for at være politisk fatal. Den vil være gefundenes fressen for magthaverne, både på langt sigt, fordi den indebærer en intellektuel afvæbning af venstrefløjen, og på kort sigt, fordi den ved at bekende sig til kravet om videnskabens umiddelbare nytte (for arbejderklassen) som dens eneste eksistensberettigelse, fratager sig selv væsentlige muligheder for at argumentere imod og bekæmpe den truende omstilling af universiteterne til læreanstalter til opfyldelse af helt andre nyttekrav.

På samme måde som forsvaret af de borgerlige frihedsrettigheder på trods af deres borgerlige oprindelse er et mere vitalt anliggende for venstrefløjen end for magthaverne, burde forsvaret af en fri og uafhængig videnskab være et vitalt anliggende for venstrefløjen. Og på samme måde som de borgerlige frihedsrettigheder ikke er en tilstrækkelig betingelse for indførelsen af et socialistisk demokrati, er en fri og uafhængig videnskab det naturligtvis heller ikke. Men eksistensen af den er til gengæld en nødvendig betingelse. Derfor er det på tide, at hele venstrefløjen besinder sig på et forsvar af den.

Mogens Niss
15. maj 1978

- 1/78 "TANKER OM EN PRAKSIS" - et matematikprojekt
Anne Jensen, Marianne Kesselhahn, Lena Lindenskov og Nicolai Lomholt.
Vejleder: Anders Madsen.
- 2/78 "OPTIMERING" - Menneskets forøgede beherskelsesmuligheder af natur og samfund.
Projektrapport af Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen, Gert Kreinøe og
Peter H. Lassen. Vejleder: Bernhelm Booss
- 3/78 "Opgavesamling", breddekursus i fysik.
Lasse Rasmussen, Aage Bonde Kræmmer, Jens Højgaard Jensen.
- 4/78 "Tre essays" - om matematikundervisning, matematiklæreruddannelsen og
videnskabsrindalismen.
Mogens Niss.
- 5/78 "BIBLIOGRAFISK VEJLEDNING til studiet af DEN MODERNE FYSIKS HISTORIE"
Helge Kragh.
- 6/78 "Nogle artikler og debatindlæg om - læreruddannelse og undervisning i fysik,
og - de naturvidenskabelige fags situation efter studenteroprøret"
Karin Beyer, Jens Højgaard Jensen, Bent C. Jørgensen.
- 7/78 "Matematikens forhold til samfundsøkonomien"
B.V. Gnedenko.
- 8/78 "DYNAMIK OG DIAGRAMMER". Introduktion til energy-bond-graph formalismen.
Peder Voetmann Christiansen.
- 9/78 "OM PRAKSIS' INDFLYDELSE PÅ MATEMATIKKENS UDVIKLING"
Motiver til Kepler's: "Nova Stereometria Doliorum Vinarioum"
Projektrapport af Lasse Rasmussen.
Vejleder: Anders Madsen.
-
- 10/79 "TERMODYNAMIK I GYMNASIET"
Projektrapport af Jan Christensen og Jeanne Mortensen.
Vejledere: Karin Beyer og Peder Voetmann Christiansen.
- 11/79 "STATISTISKE MATERIALER"
red. Jørgen Larsen.
- 12/79 "Lineære differentiaalligninger og differentiaalligningssystemer"
Mogens Brun Heefelt.
- 13/79 "CAVENDISH'S FORSØG I GYMNASIET". Projektrapport af Gert Kreinøe.
Vejleder: Albert Chr. Paulsen.
- 14/79 "Books about Mathematics: History, Philosophy, Education, Models, System
Theory, and Works of Reference etc. A Bibliography".
Else Høyrup.
- 15/79 "STRUKTUREL STABILITET OG KATASTROFER i systemer i og udenfor
termodynamisk ligevægt". Specialeopgave af Leif S. Striegler.
Vejleder: Peder Voetmann Christiansen.

- 16/79 "STATISTIK I KRÆFTFORSKNINGEN". Projekt rapport af Michael Olsen og Jørn Jensen.
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 17/79 "AT SPØRGE OG AT SVARE i fysikundervisningen"
Albert Christian Paulsen.
- 18/79 "MATHEMATICS AND THE REAL WORLD", Proceedings of an International Workshop, Roskilde
university centre (Denmark), 1978. Preprint.
Bernhelm Booss & Mogens Niss (eds.).
- 19/79 "GEOMETRI, SKOLE OG VIRKELIGHED".
Projekt rapport af Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen og Per H.H. Larsen.
Vejleder: Mogens Niss.
- 20/79 "STATISTISKE MODELLER TIL BESTEMMELSE AF SIKRE DOSER FOR CARCINOGENE STOFFER".
Projekt rapport af Michael Olsen og Jørn Jensen.
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 21/79 "KONTROL I GYMNASIET - FORMÅL OG KONSEKVENSER".
Projekt rapport af Crilles Bacher, Per S. Jensen, Preben Jensen og Torben Nysteen.
- 22/79 "SEMIOTIK OG SYSTEMEGENSKABER (1)". 1-port lineært response og støj i fysikken.
Peder Voetmann Christiansen.
- 23/79 "ON THE HISTORY OF EARLY WAVE MECHANICS - with special emphasis on the role of
relativity".
Helge Kragh.
-
- 24a/80 "MATEMATIKOPFATTELSE HOS 2.G'ERE" 1. En analyse.
- 24b/80 "MATEMATIKOPFATTELSE HOS 2.G'ERE" 2. Interviewmateriale.
Projekt rapport af Jan Christensen og Knud Lindhardt Rasmussen.
Vejleder: Mogens Niss.
- 25/80 "EKSAMENSOPGAVER" Dybdemodulet/fysik 1974-79.
- 26/80 "OM MATEMATISKE MODELLER". En projekt rapport og to artikler.
Jens Højgaard Jensen m.fj.
- 27/80 "METHODOLOGY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE IN PAUL DIRAC'S PHYSICS"
Helge Kragh.
- 28/80 "DIELEKTRISK RELAXATION - et forslag til en ny model bygget på vaskernes visco-
elastiske egenskaber".
Projekt rapport, speciale i fysik, af Gert Kreinøe.
Vejleder: Niels Boye Olsen.
- 29/80 "ODIN - undervisningsmateriale til et kursus i differentiailligningsmodeller"
Projekt rapport af Tommy R. Andersen, Per H.H.Larsen og Peter H. Lassen.
Vejleder: Mogens Brun Heefelt.
- 30/80 "FUSIONSENERGIEN - - - ATOMSAMFUNDETS ENDESTATION".
Oluf Danielsen.
- 31/80 "VIDENSKABSTEORETISKE PROBLEMER VED UNDERVISNINGSSYSTEMER BASERET PÅ MÆNGDELÆRE"
Projekt rapport af Troels Lange og Jørgen Karrebæk.
Vejleder: Stig Andur Pedersen.
- 32/80 "POLYMERE STOFFERS VISCOELASTISKE EGENSKABER - BELYST VED HJÆLP AF MEKANISKE IMPEDANS-
MÅLINGER OG MØSSBAUEREFFEKT MÅLINGER".
Projekt rapport, speciale i fysik, af Crilles Bacher og Preben Jensen.
Vejledere: Niels Boye Olsen og Peder Voetmann Christiansen.

- 33/80 "KONSTITUERING AF FAG INDEN FOR TEKNISK-NATURVIDENSKABELIGE UDDANNELSER: I-II."
Arne Jakobsen.
- 34/80 "ENVIRONMENTAL IMPACT OF WIND ENERGY UTILIZATION". ENERGY SERIES NO.1.
Bent Sørensen.
- 35/80 "HISTORISKE STUDIER I DEN NYERE ATOMFYSIKS UDVIKLING".
Helge Kragh.

ISSN 0106-6242