

"EDB i Undervisningen: Teori og Praksis om EDB i Folkeskolen"  
Kapitel 2, 31. marts 1984  
Red.: Karl Johan Jørgensen og Poul Svendsen  
Forlag: Billesø & Baltzer

## INFORMATIK - ET NYT UNIVERS

-- Konsekvenser for Skolen --

Dines Bjørner

### INDLEDNING

#### Baggrund

Undervisningsministeren har i august 1983 nedsat et læseplans-udvalg vedrørende 'Datalære i Folkeskolen'. Mange organisationer arbejder på udgivelse eller har udgivet rapporter om bl.a. 'brug af edb og datalære' i skolen. Der skrives mange kronikker i aviserne og artikler i vidt udbredte tidsskrifter om emnet. Gennem det meste af hvad der bliver sagt og skrevet, lyser en række syn på edb, datalære og teknologi, der foruroliger mig.

#### "Vildfarelser"

Den største vildfarelse i debat-forslagene omkring 'edb og datalære', for nu at bruge dette som en samlende betegnelse for skolens situation vis-a-vis informatik, består i at dette alene bliver betragtet som et værktøj -- som noget teknologi. Derefter består den næste vildfarelse i at kræve at børnene alene lærer at bruge dette værktøj. Dernæst sammenrodes begreberne: undervisning med, om og i informatik. Og sluttelig sondres der ikke mellem lærerens brug, og elevens brug af informatik.

#### Dannelse kontra Træning

Der er to ting at sige til fokuseringen på edb som et værktøj: skolen er for livet, ikke erhvervslivet. Skolen skal danne, ikke træne -- sådan lidt firkantet sagt. Og; informatik, og herunder datalære, eller som jeg vil kalde det: *datalogi*, er ikke alene teknologi, men er især et nyt univers af intellekt og kvalitet, snarere end et materielt kvantitets-område. Teknologi kan ikke,

påstår jeg, kvalitetsmæssigt løse pædagogiske og fag-didaktiske problemer -- det kan måske, kvantitetsmæssigt lette en anelse på disses tyngende vægt. Men, påstår jeg, de begrebsdannelser, anskuelsermåder og metoder som informatikken, herunder især datalogien, allerede har skabt, og er ifærd med yderligere at udbygge og forfine, vil kunne være med til kvalitetsmæssigt at løse pædagogiske og fag-didaktiske problemer.

Det er selvfølgelig den fysiske tilstedeværelse af edb, der har bevirket 'opdagelsen' af det, for mig langt vigtigere intellektuelle og kvalitetsmæssige ved informatikken. Men det synes igen at være de fleste almindelige menneskers hang til at lade sig fascineres af det overfladiske, det syntaktiske, der får dem til ikke at trænge dybere, at se ånden i materien. Og det er de såkaldte mikroers billighed der yderligere bevirker en stor udbredelse af overfladiskheden.

...

For nu at sandsynliggøre ovennævnte påstande skal jeg efter dette indledende afsnit i artiklens midterste -- hoved -- afsnit, beskæftige mig med hvad informatik er, og specielt herunder med datalogiens væsen. Artiklens afsluttende afsnit drager da konsekvenserne af denne karakteristik.

INFORMATIK = DATALOGI + KOGNITION + KOMMUNIKATION + ORGANISATION

Informatik er et helt nyt hovedområde inden for videnskaberne, ingeniørkunsterne og erhvervslivet. Informatik kan opfattes som bestående af del-områderne: datalogi, kognition, kommunikation, og organisation. Flere af nutidens informationsbehandlingssystemer, og stort set alle fremtidens sådanne, vil, uafhængigt af anvendelserne, være datalogisk opbyggende, og udvise kognitive, kommunikative og organisatoriske egenskaber.

Datalogi er læren om hvilke objekter der kan eksistere i maskiner -- objekter som data og processer på disse; maskiner som fx data-mater.

Kognition er menneskets evne til at identificere og at absorbere information, dvs. betydningsindholdet af data, og at omsætte dette til viden.



Kommunikationslære er læren om principperne for udveksling af information mellem mennesker, mellem mennesker og andre systemer, og mellem sådanne systemer.

Organisationslære er læren om organisationers strukturer, om sammensætning og opdeling af organisationer vha., hhv. i delorganisationer, og disses atomare bestanddele; organisatoriske strukturers dynamiske forandring og deres bestanddeles indbyrdes samspil -- beroende på regler der spænder fra harmoniske til konfliktbestemte.

Før jeg nærmere koncentrerer mig om datalogien vil jeg kort udvide karakteristikken af de øvrige del-områder.

Den kognitive lære er et fag og en praksis der bl.a. bygger på sådanne discipliner som perception, vores evne til at sanse, epistemologi, vores (metode-skabende) evne til at repræsentere det sansede i eller på sådanne former at det siden kan bearbejdes, og udviklings-psykologi, vores evne til gradvist at opbygge viden og viden om viden.

Kommunikationslæren bygger på bl.a. lingvistik og 'dialogik' (det sidste er et til lejligheden "påhittet" navn). Lingvistik er læren om sprogs opbygning, og vi interesserer os her i første omgang for sådanne del-emner som syntax, semantik, fonetik, morfologi, m.fl. Dialogik omhandler principper for etablering og justering af kommunikation.

Af disse delområder er datalogiem dels den mest og bedst udviklede i dag, og dels i dag den mest centrale. Datalogien har stadig en lang, bred og dyb udvikling foran sig. I takt med at fremtidens informationssystemer kommer at afspejle alt flere kognitive, kommunikative or organisatoriske egenskaber, i en lignende takt vil delområderne kognition, kommunikation or organisation udvikle sig. Endnu er disse områder blot skitseagtigt antydede og bedrives som oftest, på andre præmisser og med delvis andre mål, inden for etablerede fagområder.

Idet nu datalogien i dag er det centrale i informatikken skal jeg i det følgende fordybe mig en anelse mere i en ydre karakteristik af visse egenskaber ved dette delområde.

DATALOGI = PROGRAM-TEORI + PROGRAMMERINGS-METODIK + DATAMATIK

Datalogien er en empirisk orienterende videnskab. Dens emne er: grundlaget og principperne for formaliseret vidensrepræsentation og bearbejdning. Datalogien kan med fordel anskues som bestående af fag inden for 3 underområder: program-teori, programmerings-metoder og det vi i Danmark kalder datamatik. Et program er som bekendt en formaliseret beskrivelse af hvilke processer man måtte ønske udført på data.

### Teoretisk Datalogi

I program-teorien interesserer vi os for eksisterende programmer, og sådanne programmer som man kan tænkes engang at ville konstruere. Specielt er man interesseret i fx flg. egenskaber: hvilke programmer er det overhovedet meningsfuldt at skrive, hvad kan beregnes (beregnelighed), hvad vil det sige at noget er sværere at beregne end noget andet, hvor svært er det (kompleksitet) -- hvilke resourcer: plads og tid, kræver det, at finde løsninger på visse klasser af problemer (såkaldt NP-komplethed) ? Og meget andet. Teoretisk datalogi beskæftiger sig således med eksisterende egenskaber ved de objekter: data og processer, der kan eksistere i maskiner.

*Spørgsmålet er: hvor meget af dette, om overhovedet, skal ind i skolens undervisning om, og i datalære? Gør man sig tanker herom?*

### Programmerings-metodik

Det næste underområde: programmerings-metodik beskæftiger sig med metoder og teknikker for den aktuelle konstruktion af programmer: dvs. selve skabelsesprocessen. Hovedemner er her: problem-identifikation, etablering og analyse af anvendelses-områdets begrebsdannelser, etablering og nøjere specifikation af det ønskede programs egenskaber, og ud fra sådanne funktions specifikationer rimeligt effektivt at aflede rimeligt effektive, robuste, pålidelige og korrekte, eksekverbare programmer (program-transformation).

*Spørgsmålet er: hvor meget af dette skal ind i skolens undervisning om og i datalære? Gør man sig overhovedet klart mangfoldigheden i dette centrale underområde -- og begynder man allerede nu*



at cementere opfattelser af en programmerings-metodelære som dette område endnu er altfor ungt og uudviklet til at kunne tillade. Er man klar over at der stadig, i dag, i Danmark, blandt de såkaldt 'lærde', og endnu mere udisciplineret blandt de selvlærte, auto-didakterne, er ryggede uenighed om områdets basale grundlag og principper?

### Datamatik

Datamatikken, endelig, omhandler de aktuelt praktiske, vi kalder dem ingeniørmæssige, tekniske, problemer i forbindelse med indkodning og afvikling af programmer på maskiner, med varierende brug af maskinel og programmell under sådan inddatering, opbevarelse og afvikling af data og processer.

#### -- spildte kræfter

Her er det, er jeg bange for, det meste af tiden bliver brugt i eksisterende datalære kurser. Men dette er just faren: hvor den teoretiske datalogi og programmerings-metodikken beskæftiger sig med en erkendelse og praksis som er gældende i dag og om 10 og 20 år, der beskæftiger datamatikken sig alene med det dagsaktuelle. Hvor program-teoretikere kan pege på, og hvor program-metode-forskere har udviklet klare principper for, respektive aktuelt brugbare metoder, teknikker og programmering-sprog, der rækker udover det næste tiår, der stikker den dagsaktuelle datamatik stadig dybt i fortidens morads af ingen metodik, ringe teknologi og derved rent-ud-sagt fordærvelige programmeringssprog. Det er bag denne mangel på metoder, et værn af forkrøblede teknikker og mystiske sprog at edb folket i dag forskanser sig og opbygger sit værn, gør sig uundværlige, som et oldtidens skab af ypperste-præster.

Skal der overhovedet undervises i dette i folkeskolen?

. . .

Jeg har karakteriseret datalogi på een måde. Der findes andre, fuldt så gyldige. Ved nu at abstrahere eet niveau op kan jeg yderligere indkredse datalogien. Min formulering udgår fra den situation den praktiserende, moderne programmør, subsidiært den datalogiske metode-forsker daglig befinder sig i.

## OM DATALOGIENS VÆSEN

### Datalogi og Matematik

Datalogi er ikke matematik. Men måske datalogi også er matematik.

Den teoretiske datalogis modeller bygger på matematiske formalismer.

Programmerings metoderne forholder sig til matematikken som nu beskrevet. Datalogiske udsagn om programmets og programmeringsprocessens egenskaber (fx om de nu beregner det ønskelige, om hvor effektivt de gør det, osv.) er præcise, generelle og pålidelige. Det er matematikkens udsagn også, og de er i mangt og meget opbygget ligedan.

Matematik beskæftiger sig med opstilling af objekter i vilkårlige universer, uanset om de eksisterer eller ej. Datalogien beskæftiger sig kun med sådanne objekter som kan eksistere i maskiner.

Matematikernes definitioner, hjælpe- og hovedsætninger og beviser for disse sætningers holdbarhed er som regel korte og elegante. Datalogens programmer, der svarer til matematikerens teorier, og beviser for disse programmets korrekthed er som oftest lange og kedelige, men uhyre nødvendige.

Matematikeren holder sig, som fysikeren, kemikeren m.fl., stort set til givne notationer (skrivemåder), og inden for 2-3 niveauer af abstraktion, og hvad det sidste angår kun i langsomme, dage/uge lange skift. Datalogen derimod må stedse opfinde nye notationsformer aht. løsning af nye problemstillinger, og må bevæge sig, inden for sekunder, imellem op til 5-7 abstraktionsniveauer: fra mikro-processorens bit manipulationer til edb brugerens funktionskrav sådan som de afspejler hverdagens anvendelser.

*Har man mon gjort sig disse lig- og ulighedspunkter klart, og hvilke datalogiske aspekter i det ovenfor beskrevne skal med i skolens datalære? Hvad siger det ovenstående om faget datalærens tilhørsforhold: som en del af matematik, eller totalt adskilt derfra?*



## Datalogi og Videns-Modeller

Jeg kan sluttelig bevæge mig yderligere et abstraktionsniveau op i min fortsatte karakteristik af datalogien.

Den nyttige datalog er mere interesseret i at finde nye problem-løsningsmetoder, end i programmeringens resultat, det brugbare produkt. Det er selve udviklings-processen der fanger ham mere end blinkende lamper og pæne udskrifter.

'Datalogien beskæftiger sig med videns-bearbejdnings-modeller der simulerer mentale processer på højere og højere niveau, og datalogien er en meta-disciplin der giver sig i kast med at dissekere hvert enkelt anvendelsesområde, og hvert enkelt fags og disciplins begrebsverden og metode'.

*Har man gennemskuet hvorledes disse forhold skal reflekteres i datalæren?*

-- et eksempel:

I et eksempel, lånt fra min kollega, lektor Jørgen Fischer Nilsson, skal jeg forsøge illustrere nogle aspekter af det der er forsøgt antydnet ovenfor.

Eksemplet er gymnasiets indlæring i varmelære -- med henblik på opgaveløsning inden for dette område.

En række forhold gør sig nu gældende.

- (1) Man kan inde i data-maskinen logisk opbygge viden (aksiomer) om varmelæren, og logisk opbygge viden om denne viden (slutnings-regler specielle for varmelæren, og slutnings-regler gældende for langt større genstandsområder end blot varmelæren).
- (2) Man kan mere eller mindre automatisk oversætte alle de i opgave-samlingerne angivne problemer til en logisk form. Og
- (3) Og man kan nu lade datamaskinens program (et såkaldt ekspert-system) løse (2) vha. (1).

Nu kan man så vælge eet af to, eller begge:

- (I) At lade bygge sådanne systemer, og at lade dem "hjælpe" læreren og/eller eleven ved løsning af de allerede eksisterende opgaver!
- (II) At erkende at i og med at sådanne systemer kan bygges da vil der ske to ting: dels vil fagenes indhold ændres, og dels må vi nu lære at bruge maskinen i vores problem-løsnings-aktiviteter.

Ikke bare inden for områder inden for hvilke vi allerede måtte have bygget sådanne ekspert systemer. Men, måske mere relevant, på områder inden for hvilke problem-løseren selv medvirker til at opbygge den fornødne viden og meta-viden.

Lærer og elev vil i fremtiden kunne lære at opbygge begrebs-/vidensmodeller af nye (og gamle) genstandsområder, med henblik på lærer/elev styrede eksperimenter og oplevelser inden for områderne, og med henblik på mere eller mindre mekanisk løsning af disse områders problemer.

Udforskningen af, og forståelsen for fagenes logisk-didaktiske opbygning, og for de 'processer' der foregår ved problemløsning, vil kunne bevirke en dybere forståelse for modeller af viden. Det kan nu blive tvingende nødvendigt at vi alle får indsigt heri: først lærerne, siden eleverne.

-- del-konklusion:

Konsekvenserne er lette at se:

'Datalogien vil ikke alene supplere, men også modificere etablerede discipliners anskuelsesmåder, simpelthen fordi datalogiens begrebsdannelser, betragtningsmåder, og metoder vil vise sig at være tidligere langt overlegne, mere hensigtsmæssige -- og i en lang række fag-specifikke sammenhæng.

Datalogien tilvejebringer ikke blot en række praktiske værktøjer, men vil via sine holdninger: anskuelsesmåder, begrebsdannelser og metoder, komme til at øve en dybtgående indflydelse på vores fælles opfattelse, strukturering og forståelse af omverdenen.'



Har man overhovedet, i sine tanker omkring undervisning med edb gjort sig dette klart.

(De i tidligere paragraffer i "" anførte sætninger hidrører fra min kollega, lektor Jørgen Fischer Nilsson, og er her gengivet med hans tilladelse.)

Nogle har, heldigvis, også i skolen. Men langt de fleste lader sig nøje med det overfladiske, det teknologiske, det lette. De fokuserer på edb som et supplement, ikke på datalogi som noget der totalt kan modificere et fag, de fokuserer på edb som værktøj, men ikke på datalogiens holdninger. Disse personer påberåber sig en "humanisme" de ikke synes at besidde. I stedet synes de mere teknologi-fikserede end de der "angribes".

#### INFORMATIK -- ET INTELLEKTUELT UNIVERS

Før vi går over til denne artikels kort- og langsigtede konklusioner, lad mig kort opsummere: informatik er to ting: et sæt faglige holdninger, begrebsdannelser, anskuelsesmåder og metoder, og noget teknologisk. Informatik er ikke alene teknologi, men det er det underordnede, mindre interessante. Informatik er uundgåelig -- pga. sine teknologiske former, men vigtigst i sine begrebsmæssige former. Informationsteknologien løser ikke pædagogiske og fagdidaktiske kvalitetsproblemer, men måske, til nød visse kvantitetsproblemer. Men 'den datalogiske pli', som ovenfor karakteriseret, kan på afgørende vis bidrage til bedre pædagogik og bedre fagdidaktik. Nuværende skolesystemer fokuserer på teknologi og afspejler, i opbygning og brug liden eller ingen 'pli'.

Lad os erkende at informatik mere er et intellektuelt univers af kvalitet, end et materielt univers af kvantitet.

#### KONKLUSIONER

-- på længere sigt:

Hvad bør konsekvenserne blive af dette? For mig er svaret enkelt: det er først og fremmest det intellektuelle univers af længerevarende, dannende kvalitet, der skal afspejles, når informatik, brug

af edb, og datalære skal indføres i skolen. Vi må beskytte børnene mod nutidens ufuldkomne datamatik -- den må ikke lade os øde tusindvis af timer bort til ingen, dvs. kun overfladisk, og i værste fald 'teknologi-vurderet' unytte. Vi bør sørge for at det bliver den moderne datamatik der bliver brugt i skolerne. Vi bør sørge for at det datalogiske nysyn kan bidrage, med sit nye intellekt, til eksisterende fags og discipliners didaktik i skolerne.

Der er ingen nemme, hurtige løsninger.

-- på kortere sigt:

Men lad os ej heller udsulte børnene de næste 2-3-4-5 år fordi der længere ude i fremtiden "lokker et nyt eldorado"! Lad os bevare dynamikken, og ikke stilne den, og muligvis helt slukke den, "blot" fordi vi er nogle, der mener at noget meget mere optimalt kan opnås -- om nogle år, og hvis eller guderne vil det!

#### UNDERVISNING MED INFORMATIK

Presset er stort. Iblandt uimodståeligt. Både fra fabrikanter som fra velmenende, men datalogisk set ukyndige lærere. Mindst ligeså ukyndige som de fleste, om ikke alle edb-fabrikanter er - når det gælder undervisnings-relevant edb!

Vi kan undervise med informatik, sådan som antydnet i hovedafsnittet vedrørende informatik-baserede videns-systemer. Der er groft set tre former for datamatiserede undervisnings-systemer:

#### Datamat-støttede Undervisnings-Systemer

Datamat-støttede undervisnings-systemer aflaster ("erstatte") groft set læreren ved indterpning af "fakta". Sådanne systemer kan datalogisk karakteriseres ved at programmernes viden om genstands-området er "indvævet" i programmernes kode og data på en måde der gør den svært modificérbar, og tildels uigennemskuelig for både lærer og elev. Disse systemer kan være udmærkede i op-trænings- (herunder opgave-løsnings-), men sikkert ikke i dannel-ses (herunder oplevelses-) situationer.



### Datamat-formidlede Undervisnings-Systemer

Datamat-formidlede undervisnings-systemer som groft set supplerer læreren i undervisningen ved at tilbyde eleven en række, af læreren udarbejdede mini-universer som eleven da kan vandre ud i, opleve, og foretage eksperimenter med. De er datalogisk set karakteriseret ved at de, på samme måde som "støtte"-systemerne, ikke har nogen egentlig videns-model af genstands-området repræsenteret i programmet, og da slet ikke på en måde der er gennemskuelig og elev-modificérbar. Sådanne systemer danner en vis modvægt mod de "fakta"-, optrænings-, og indterpnings-orienterede "støtte"-systemer, ved at forsøge satse mere på oplevelses- og dannelses-aspektet i undervisningen.

#### -- om "støtte-" og "formidlings-systemerne"

Fælles for både "støtte-" og "formidlings-systemerne" er således at de generelt ikke reflekterer en lærer-modificérbar videns-model af genstands-området. Derved oplever man ofte at sådanne systemer er uigennemskuelige. Endvidere udviser begge former for systemer den begrænsning at kun de spørgsmål, svar og oplevelses-situationer, som læreren, eller fabrikanten på forhånd har ud-tænkt, er tilgængelige for eleven. Brug af sådanne systemer fører ofte hurtigt til frustrationer pga denne begrænsning som snart erkendes af både lærer og elev.

### Videns-Model-formidlende Undervisnings-Systemer

De såkaldte ekspert-system-baserede undervisnings-systemer, som indtil videre kun eksisterer i fragmenter i datalogernes laboratorier, bygger på at repræsentere viden og meta-viden om det (eller de) specifikke genstands-område(r), på en sådan måde at både lærer og elev kan spørge om, og modificere denne viden og meta-viden. Herved kan systemerne bringes til at fungere i både oplevelses- og problem-løsnings-situationer. Pga de "komplette", eksplícitte videns-modeller tillader systemerne reelt set ubegrænsede oplevelses- og problem-løsnings-situationer. Fra at fastholde både elev og lærer i et givet genstands-områdes specifikke emner, åbner systemerne desuden op for mere generelle ("erkendelses-teoretiske") oplevelses- og problem-formulerings-/løsnings-situationer. Ekspert-systemer kan hjælpe både lærer og elev. Læreren i at udarbejde nyt undervisningsmateriale, eleven i at opleve et fag og i problem-formulerings- og løsning-situationer inden for faget.

DANSK CENTER FOR PÆDAGOGIK OG INFORMATIK

Egmont fonden har med 12½ mill.kr. oprettet en selvejende institution: Dansk Center for Pædagogik og Informatik (DCfPI). I DCfPIs bestyrelse sidder repræsentanter for undervisningsministeriet, danmarks lærerforening, gymnasieskolernes lærerforening, kommunernes landsforening, amtsrådsforeningen, og industrirådet.

DCfPI skal gennem konferencer, en informations-tjeneste, teknisk bistand, og støtte til forskning og udvikling sikre både kort- og langsigtede mål inden for området: undervisning med, om og i informatik, både i den danske folkeskole, og i gymnasiet/HF.

DCfPI kan tænkes at støtte sådanne forsknings- og udviklings:

- (a) projekter, der overfor skolens professionelle pædagoger og lærere (fagfolkene), omhyggeligt forklarer "den datalogiske metode", så vi alle bruger og forstår den samme terminologi;
- (b) projekter, der tilsvarende overfor dataloger og lærere forklarer spektrere af "pædagogiske indlærings-mål og principper, undervisnings-situationer og former";
- (c) projekter, der fag-for-fag opstiller enkelt-fagenes vidensmodeller; og:
- (d) projekter, der ud fra indhøstede erfaringer (a-b-c) kan lede til formuleringen af nye krav til, og prototype-opbygning af datamat-baserede undervisnings-systemer, og til reviderede læse-planer for en lang række fag, herunder datalære.

Sagt noget slagordsagtigt:

Sådan som læreren, i folkeskolen, og gymnasiet/hf, hidtil har været i stand til selv at forfatte og udarbejde supplerende undervisnings-materiale, således bør disse projekter lede til at læreren igen kan gøre dette, men nu ved datamaskinens hjælp.

Sådan som edb fabrikkerne leverer sædvanlige edb-brugere basis-programmel, der tillader brugeren selv at udarbejde anvendelses-programmel, således skal vi sikre den samme situation hvad angår skolens brug af edb.