

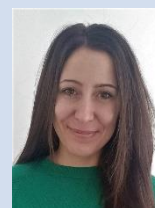


Datalogisk tænkning og teknologiforståelse i folkeskolen tur- retur

Elisa Nadire Caeli

Ph.d.-stipendiat

Danmarks institut for Pædagogik og Uddannelse (DPU),
Aarhus Universitet samt Institut for Læreruddannelse,
Københavns Professionshøjskole



Jeppe Bundsgaard

Professor MSO

Danmarks institut for Pædagogik og Uddannelse (DPU),
Aarhus Universitet



Abstract

I denne artikel undersøges fagområderne datalogisk tænkning (*computational thinking*) og teknologiforståelse i et historisk perspektiv. Artiklen formidler og analyserer den uddannelsesmæssige udvikling på området siden 1960'erne og op til i dag, hvor der op gennem 1970'erne og 1980'erne blev gennemført en række forsøg med faget datalære. Faget havde blandt andet teknologikritik og datalogisk problemløsning i fokus og minder på mange måder om det nye nutidige forsøgsfag teknologiforståelse. Formålet med artiklen er på denne baggrund at præsentere historien og diskutere, hvordan erfaringer og dyrt betalte lærepenge på området kan inspirere os i dag.

Artiklen præsenterer periodens begivenheder kronologisk. Metodisk er udvalgt empirisk materiale, der vedrører tiltag inden for og diskussioner om datalogi samt digital teknologi på grundskoleområdet. På baggrund af analyserne artiklen igennem identificeres afslutningsvist fire perioder fra 1966 og frem til i dag, der kan skabe overblik over tendenser og forskellige tiders centrale initiativer og diskussioner.

English abstract

In this article, we examine computational thinking and technological understanding in education in a historical perspective. We present and analyse Danish educational developments in this field since the 1960s and until today, and how experiments with the subject known as computer science education (datalære) were conducted throughout the 1970s and 1980s. This subject focused especially on understanding digital technology in a critical perspective and on computational problem solving, and there are many similarities with the new Danish experimental subject known as technological understanding (teknologiforståelse). The purpose of this article is to present the Danish history in this field and discuss how experiences and expensive lessons learned can inspire us today.

The article presents events and initiatives from this period chronologically. Methodologically, we have selected empirical material that relates to initiatives and discussions on computer science and digital technology in the Danish folkeskole (K-10). We identify four periods from 1966 until the present with a view to establishing an overview of trends, central initiatives and discussions.

Introduktion

Datalogisk tænkning (*computational thinking*) har de seneste år fået stigende opmærksomhed i almen uddannelse verden over, herunder også Danmark. Senest er en række forsøg, der blandt andet involverer

datalogisk tænkning, igangsat i folkeskolen på 46 skoler over en periode på tre år fra 2018 under navnet teknologiforståelse, hvor faget dels afprøves som selvstændigt fag, dels som integreret del af syv eksisterende fag. Formålet med teknologiforståelsesfaget er blandt andet at ruste elever til at blive kritiske medskabere af vores (digitaliserede) samfund, herunder at kunne forstå digitale teknologiers muligheder og konsekvenser samt at kunne analysere og designe digitale teknologier til løsning af komplekse problemer (EMU, 2019). Eksempelvis er et vidensmål for det selvstændige forsøgsfag beskrevet som at have ”viden om kendetegn ved algoritmer og deres opbygning, samt hvordan de anvendes i forskellige sammenhænge”, og i samfundsfag skal eleverne blandt andet kunne ”diskutere og tage stilling til digitale artefakters eller teknologiers betydning for samfundets udvikling”. Dette fordrer kompetence i at tænke datalogisk.

Fagets beskrivelse minder på mange måder om faget datalære, der blev drøftet i 1960’erne og forsøgt implementeret i 1970-1980’erne, hvor problemløsning og det samfundskritiske perspektiv også var i fokus. I den forbindelse kan vi også iagttage slående ligheder mellem fortidens og nutidens drøftelser på området trods mange årtiers hastigt accelererende digitale samfund, hvor der i dag udvikles nye applikationer i rekordfart, og hvor vi forbruger et væld af digitale værktøjer hver eneste dag.

I opbygningen og afprøvningen af et nyt fag er det ganske nyttigt, at vi kender til tidligere generationers indsigter og erfaringer på området. På den måde kan vi opbygge et endnu mere solidt fundament for et fag, end vi kunne uden disse indsigter og erfaringer og med mulighed for at undgå at gentage de samme fejl som tidligere. Formålet med denne artikel er derfor at *udforske, hvordan faget har udviklet, afviklet og nu genudviklet sig gennem tiden og op til i dag for derigennem at kunne udlede erfaringer, vi kan lade os inspirere og lære af i dag.*

Teoretisk og metodisk grundlag

Udgangspunktet for artiklen er den tidlige periode med faget *Datalære*, og slutpunktet er nutidens periode med *Datalogisk tænkning og teknologiforståelse*. Beskrivelsen af de to mellemliggende perioder *Operationelle brugerkompetencer og infrastruktur* samt *Indkøb af hardware og udvikling af læremidler* har til formål at undersøge og analysere, hvad der har forårsaget fagets mangeårige kamp om en plads på skoleskemaet.

Artiklens historiske begivenheder er skildret kronologisk. En systematisk inddeling i de fire nævnte perioder gør det muligt at skabe overblik over tendenser og dermed sammenholde forskellige tiders centrale initiativer og drøftelser. For at tydeliggøre kronologien i de forskellige perioders

fokuserer samt periodernes betydning for udviklingen har vi udarbejdet en tidslinje over faktiske begivenheder (bilag 1).

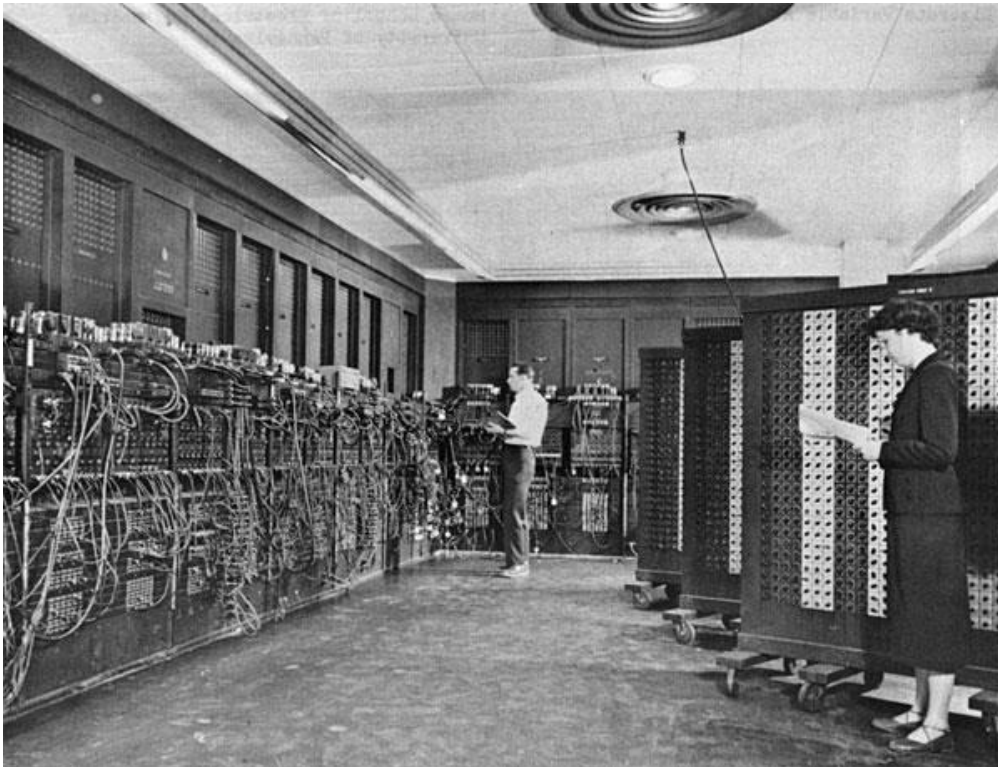
Metodisk har vi udvalgt empirisk materiale, der begrænser sig til tiltag inden for og diskussioner om datalogi samt digital teknologi på grundskoleområdet. Vi fremstiller og analyserer historiske tendenser og begivenheder på grundlag af forskellige typer af empiri: lovbestemmelser i form af faktuelle præsentationer af uddannelsespolitiske tiltag på området, herunder eksempelvis officielle fagbeskrivelser og beslutningsprocesser; fagteori i form af beskrivelser og analyser af, hvad forskere inden for datalogi og uddannelse gennem tiden har lagt vægt på som væsentligt i en almindelig skole; samt praksisbegivenheder og samfundsmæssige diskussioner i form af skildringer samt analyser af, hvordan samfund og skole i praksis har handlet inden for de enkelte perioder. Vi har således foretaget en eksplorativ litteratursøgning med udgangspunkt i centrale begreber som datalogi, datalære, edb-undervisning mv. samt ved at søge på centrale personer, der har været nævnt i den offentlige debat, har deltaget i lovgivningsarbejde, har udarbejdet læremidler mv., og ved at tale med aktører fra den tid.

Historien kan dels hjælpe os med at skabe forståelse for udviklingen, dels give os et blik ind i en spirende digital tidsalder, hvor computere langt fra var allemandseje, men hvor man ikke desto mindre forberedte fremsynede og progressive tiltag på området allerede i 1960'erne, vi kan lade os inspirere af i dag. Vi starter dog lidt tidligere – i 1940'erne, hvor verdens første computer stod færdig.

Alle skal lære datalogiens principper at kende

I 1946 blev verdens første fuldt funktionelle digitale computer færdigkonstrueret. Tre år tog det at bygge ENIAC, som blev udviklet af J. Presper Eckert and John Mauchly på University of Pennsylvania. ENIAC blev udbygget i de følgende år, så den i 1956 havde over 100.000 elektroniske komponenter og en hukommelse på 100 ord (cirka 1600 bit). På det tidspunkt fyldte "kæmpehjernen", som den blev kaldt, 167 kvadratmeter, vejede 30 tons, kostede tre millioner danske kroner og bestod af 6.000 kabler, teknikere skulle flytte rundt på, hvis dens program skulle laves om. Med andre ord var vejen ind i klasseværelset ikke lige rundt om hjørnet. Og dog – for vi behøver ikke sige, at den digitale udvikling er eksploderet siden da. De fleste af os render rundt med en computer i lommen, der trods sin størrelse processerer enorme mængder data og løser opgaver for os døgnet rundt. Selvom de færreste nok havde forudset omfanget af computeres indflydelse i dag, var pionerer på

området allerede dengang i gang med at forberede sig på maskinernes indtog i samfund og skole.



Den 30 tons tunge ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator) blev udviklet af J. Presper Eckert and John Mauchly på University of Pennsylvania. Billedet er taget i perioden 1947-1955 på Ballistic Research Laboratory og viser ifølge Wikipedia programmørerne Glen Beck og Betty Snyder i færd med at programmere ENIAC. Denne første model havde ingen hukommelse, og programmet var således lagt fast med kabelforbindelser. Det kunne derfor tage flere dage at omprogrammere maskinen. (Foto: Wikimedia Commons / Public Domain).

En af de førende pionerer var Danmarks første professor i datalogi, Peter Naur. Naur var kritisk over for den måde, man talte om computere som intelligente på – som om der var sammenfald mellem den måde et menneskes hjerne og en computer fungerede på. I 1954 afblæste han alarmen om tænkende maskiner i artiklen *Elektrondatamaskinerne og hjernen* (Naur 1954) med pointen om, at faren ikke lurede ved maskiner, der kunne tænke, men ved mennesker, der ikke kunne, hvor han samtidig påpegede, at maskinen fuldstændig mekanisk eksekverer de processer, en menneskelig hjerne har planlagt for den. Maskinen mangler både initiativ og originalitet. Disse synspunkter dannede grundlag for størstedelen af hans efterfølgende arbejde, hvor han blandt andet indgående studerede

den måde, menneskehjernen fungerer på og derigennem afviste, at der var sammenfald med den måde, en computer fungerer på. Gennem en lang række indsatser kæmpede han for, at alle burde lære datalogiens grundprincipper at kende. Han holdt radioforelæsninger om datamaskinernes betydning for samfundet og det enkelte individ, skrev en lang række artikler om datalogiens placering i almen uddannelse samt udarbejdede detaljerede undervisningsplaner – et arbejde, der virkelig tog fart i 1960'erne.

Peter Naur var ikke i tvivl om, at alle – også børn – burde udvikle datalogiske kompetencer på samme måde, som de udviklede tværfaglige kompetencer inden for sprog og matematik i skolen. Begrebet datalogi opfandt og introducerede han i forbindelse med udgivelsen af en plan for et fag i datalogi og datamatik, da han følte behov for anvendelige betegnelser i dansk litteratur om disse emner og som en protest mod *computer science*, der fejlagtigt indikerede computeren som omdrejningspunktet. Datalogi var læren om data, og data var et spørgsmål om menneskelig forståelse (Naur 1966; 2005).

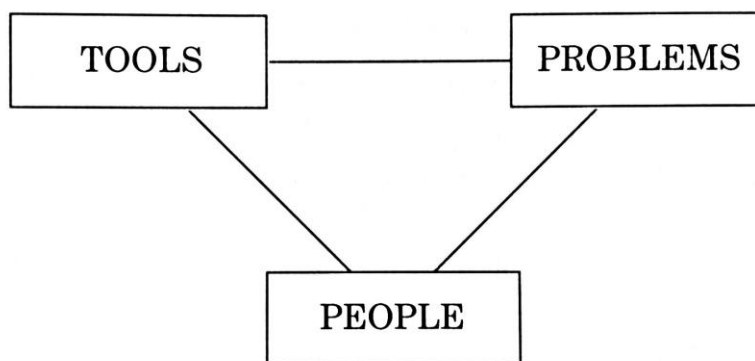
Naur så et stort behov for en mere elementær undervisning i datalogi, som rakte ud over brugen af specifikke programmeringssprog. Han mente, at de grundlæggende begreber inden for datalogi var af mere generel karakter, og at de på mange måder kunne kaste nyt lys på hverdagsopgaver (Sveinsdottir & Frøkjær, 1988). Faktisk mente han ikke, at man, hvis man først havde indset, hvordan datalogi forener vitale menneskelige aktiviteter og begreber samt er i stand til at inspirere og skabe nye ideer i alle fag, kunne være i tvivl om, at det skulle have sin plads i almen uddannelse. Sprog og matematik var ifølge Naur de nærmest beslægtede fag, da de, som datalogi, omhandlede brug af værktøjer som tegn og symboler, skabt af mennesker, ligesom de tre fag alle havde det til fælles, at værktøjerne kunne anvendes tværfagligt. Han mente således, at vi i en tid med computere alle skulle lære datalogi som en nødvendig forberedelse på livet.

”Vi lærer alle både at skrive, læse og regne, hvad enten vi ender med at være kunstnere, læger, jurister eller hvad som helst. ... Efter min opfattelse er der stærkt brug for en forbedret tværgående elementær undervisning i datalogi og datamatik, og så vidt jeg kan se, er den eneste vanskelighed herved, at der ikke er nogen, der har gjort sig den ulejlighed at udarbejde det fornødne kursusmateriale”
(Naur 1966: 7-8).

Naur argumenterede for, hvordan faget konkret kunne komme ind i curriculum som enten et selvstændigt fag eller som en del af matematik –

det afgørende er det, der læres, sagde han, og mente, at der skulle lægges vægt på data, datarepræsentation og dataprocesser som fundamentale koncepter illustreret ved simple forsøg. Selvom han mente, at computere også skulle være nævnt i faget, pointerede han, at det ikke var det vigtigste element. Han lagde i stedet vægt på datalogiens betydning i relation til fundamentale menneskelige aktiviteter som læring og problemløsning. Mens han brændte stærkt for undervisning i datalogi i den almene uddannelse – fordi han havde en stærk tro på, at det var det rigtige og var vigtigt for samfundet – tvivlede han samtidig på, at det ville komme til at ske let eller hurtigt, og han forudså, at det ville tage årtier at skabe de nødvendige ændringer på grund af uddannelsessystemets faglige og organisatoriske inertie (Naur 1966).

En af Naur's væsentlige pointer var, at menneskets forståelse for og formulering af problemer er tæt forbundet med de værktøjer, de på ethvert tidspunkt har til rådighed, uanset om de er digitale eller ej, illustreret i figur 1.



Figur 1. Fundamentale komponenter i problemløsning ifølge Naur (Naur 1965).

Han påpegede, at et problem kun eksisterer i kraft af menneskets bevidsthed, og at et værktøj kun eksisterer som et værktøj, når mennesket tænker på det som noget, det kan løse et problem med. Da værktøjers karakteristika på godt og ondt former menneskets tankegang og deres opfattelse af problemer, mente Naur, at problemløsning bør indebære en forståelse af et værktøj, så mennesker ikke begrænses kreativt af dets funktioner (Sveinsdottir & Frøkjær 1988: 463). Dermed mente han også, at det at lære et programmeringssprog uden en grundlæggende forståelse var utilstrækkeligt – en pointe, der også blev understreget i en betænkning om edb-undervisning i det offentlige uddannelsessystem nogle år senere, i 1972.

Betænkning om edb-undervisning i det offentlige uddannelsessystem

I 1970 nedsatte den daværende undervisningsminister et udvalg, der blandt andet skulle fremsætte forslag til, hvordan edb-undervisning kunne integreres i almene uddannelser. Dette udmundede i betænkning nr. 666 om edb-undervisning i det offentlige uddannelsessystem

(Undervisningsministeriet 1972) kaldet "Johnsen-betænkningen", hvor anden dels kapitel 4 omhandlede folkeskolen. Udvalget tog udgangspunkt i Naurs datalogibegreb med brug af varianten datalære som et bredere begreb. Formålet med faget skulle være at udvikle bedre kommunikation og bedre problemløsning, og udvalget beskrev fagområdet som de processer i samfundslivet, hvor data er afgørende. Udvalget påpegede, at rollen som samfundsborger forudsætter specielle data, og at kommunikationen imellem mennesker er en form for databehandling, ligesom individuel erkendelse er (Undervisningsministeriet 1972: 23). Udvalget beskrev datalærens metoder sammenfattende som:

1. Hvad er problemet, hvilket mål skal nås?
2. Hvilken modelstruktur eller datarepræsentation skal man vælge?
3. Hvilke observationer eller faktiske data skal man producere?
4. Hvorledes skal man behandle data og teste beregningsmåden (algoritmen)?
5. Hvorledes skal resultatet kommunikeres, således at man er enige om, at problemet er løst, subsidiært at de opstillede mål er nået?

(Undervisningsministeriet 1972: 24).

Udvalget kobede i sin analyse af datalære i folkeskolen området sammen med folkeskolens daværende formål, hvor der blandt andet var lagt vægt på at fremme selvstændig stillingtagen, vurderingsevne og kreativitet, samt at se undervisningen i relation til samfundets udvikling, ligesom det pointeredes, at folkeskolens sigte ikke var at give eleverne en specifik erhvervskompetence (Undervisningsministeriet 1972: 39). I analysen lagde udvalget således vægt på, at datalære skulle beskæftige sig med almene, tværfaglige begreber og begrebsdannelser, såsom data, problemformulering, model, algoritmisering og proces, og at det dermed ville indtage en vigtig rolle i enhver problemløsningsproces. Derfor anså de det som nærliggende at inddrage begreberne i anvendelsesorienterede kontekster. De pegede på, at datalære havde mulighed for at fremme elevernes kreativitet og fantasi, eftersom løsningen af datalogiske og datamatiske problemer oftest kan udformes i mange forskellige former, og de advarede således mod, at elevernes problemløsningsaktiviteter kom til at antage specifikke former uden almen anvendelighed. "Orienteres

undervisningen mod programmering eller kodning, vil denne risiko være åbenbar”, påpegede de (Undervisningsministeriet 1972: 40). Da datamatiske opgaver oftest løses som et samarbejde, pointerede de, at dette ville være en arbejdsform, et fag i datalære ville lægge op til. Erfaringer med faget havde yderligere vist, at det var muligt at inddrage elementer af datalære på samtlige klassetrin i folkeskolen.

Udvalget fremlagde endvidere nogle fagdidaktiske overvejelser. De fremhævede datalærens tværfaglige karakter, og at det først og fremmest var datalærens algoritmiske tænkemåde, der var brugbar. Formulering og beskrivelse af algoritmer beskrev de som fundamentale aktiviteter ved de fleste former for problemløsning, men igen fremhævede de, at anvendelsen af eksisterende programmeringssprog som beskrivelsesmiddel blev hæmmet af de mange formelle og tekniske detaljer, som de anså som irrelevant at bringe ind i folkeskoleundervisningen, og som let ville kunne give undervisningen præg af kodnings- eller programmeringsundervisning, hvilket var i modstrid med det egentlige sigte. Derfor foreslog de, at man kunne anvende et beskrivelsesmiddel, der ikke var hæmmet af en streng formel struktur, såsom et rutediagram (*flowchart*), men indså også, at problemet med et sådant kunne være, at det, selvom det var velegnet til kommunikation mellem mennesker indbyrdes, ville være vanskeligt anvendeligt til kommunikation med en datamat. Den værdi der ville ligge i, at eleven blev konfronteret direkte med konsekvenserne af et løsningsforslag kunne let tabes, hvorved eleverne ikke ville opnå forståelse for algoritmeformuleringens iterative karakter. For selvom formelle programmeringsfærdigheder ikke var datalærens hovedfokus, handlede det om at udvikle løsninger, der kunne eksekveres af en computer.

Folkeskolelæreruddannelsen havde sit helt eget kapitel i betænkningen. Udvalget beskrev det som en nødvendig konsekvens at indføre faget i folkeskolelæreruddannelsen, såfremt det indførtes i folkeskolen. Dette argumenterede særligt afdelingsleder og lektor på Danmarks Lærerhøjskole, Allan Malmberg, for i 1970'erne.

Læreruddannelsen som flaskehals

En af Malmbergs pointer var, at læreruddannelsen mere end nogen anden faktor kunne blive en flaskehals og komme til at bestemme, hvilken placering datalogi kunne opnå i uddannelsesbilledet. Han talte i første omgang for at uddanne matematiklærerne i kraft af kursusaktiviteter med fokus på problemløsning med relevante tankeprocesser i centrum:

”Efter en omhyggelig formulering af den forelagte opgavesituation, opstilles en plan, der angiver de væsentlige faser i en

arbejdsprocedure, som forventes at føre frem til opgavens løsning. På grundlag heraf udarbejdes derefter en algoritme for løsningsprocessen, dvs. en detaljeret beskrivelse, hvori de enkelte operationer i arbejdsgangen er brudt ned til et så elementært niveau, at de uden yderligere opdeling kan indgå som enkeltinstruktioner i det program, der senere skal videregives til datamaskinen" (Malmberg 1970: 274).

Malmberg fortsatte med at forklare, at der forud for maskinel behandling måtte foretages en oversættelse af algoritmen til et programmeringsprog, men han påpegede, at denne fase var den mindst interessante:

"Den egentlige – og ofte stærkt krævende – opgave forekommer ved udarbejdelsen af selve algoritmen" (Malmberg 1970: 274).

Malmberg talte derfor også for, at man i undervisningen arbejdede med at udtrykke opstillede algoritmer i en form, der kunne videregives til maskinen – ikke at man nødvendigvis skulle lære at programmere. Men man skulle arbejde med at udvikle de mentale datalogiske tankeprocesser, der går forud for programmering.

Malmbergs ønske for fremtiden var, at der ville blive tilrettelagt en undervisning i læreruddannelsen, der henvendte sig til lærere inden for alle fagområder – ikke blot til matematik- og fysiklærere. Her burde datamaskinens rolle i samfundet samt forholdet mellem menneske og datamaskine blandt andet behandles. Kendskabet til faget mente han skulle være bredere end det, man kunne opnå gennem matematik. Det måtte ikke blive knyttet for fast til matematikfaget, sagde han, for "samfundets anvendelse af datamaskiner ligger i overvejende grad uden for det matematiske fagområde". For de kommende år ønskede han således dengang, at almen uddannelse og læreruddannelse ville blive tilgodeset i opbygningen af en edb-kapacitet inden for undervisning og forskning som "en investering, der vil kunne få den allerstørste betydning for hele samfundet" (Malmberg 1970, side 276).

Datalogi som en mentalt værktøj med et generelt formål

På omtrent samme tid, i 1974, skelede den amerikanske professor i datalogi, Donald E. Knuth, mod Danmark og Peter Naurs introduktion af *datalogy* frem for det forvirrende *computer science*. Knuth påpegede, at datalogi på en klog måde indikerer, at denne videnskab har med mere end numeriske ligninger at gøre. Den har med data at gøre, dvs. det "stof", algoritmerne manipulerer, sagde han (Knuth 1974).

Knuth beskrev et algoritmisk syn som en brugbar måde at organisere viden på helt generelt. Spørgsmålet: "Hvad kan automatiseres?" anså han som et af civilisationens mest inspirerende filosofiske praktiske spørgsmål. Han beskrev de uddannelsesmæssige bonuseffekter ved udvikling af datalogiske kompetencer som at vide, hvordan man konstruerer, manipulerer, forstår og analyserer algoritmer, og han påpegede, at denne viden ville forberede en person til meget mere end at skrive gode computerprogrammer:

"It is a general-purpose mental tool which will be a definite aid to his understanding of other subjects, whether they be chemistry, linguistics, or music, etc. (...) It has often been said that a person does not really understand something until he teaches it to someone else. Actually a person does not really understand something until he can teach it to a computer, i.e. express it as an algorithm" (Knuth 1974: 326-327).

Dette forklarede han med, at computeren tvinger en helt præcis tænkning frem, hvilket leder til en meget dybere forståelse, end hvis vi forsøgte at forstå ting på traditionel vis.

Seks år senere, i 1980, revolutionerede Seymour Papert feltet med værket *Mindstorms*. I introduktionen til anden udgave af bogen skrev han, at et programmeringssprog som hans eget LOGO, der var det første børnevenlige programmeringssprog, kunne støtte elevernes udvikling af nye måder at tænke og lære på (Papert 1993). I de fleste af datidens uddannelsessituationer, hvor børn kom i kontakt med computere, var det computeren, der programmerede barnet, men relationen i LOGO-miljøet var omvendt: Barnet kunne nu programmere computeren.

"In teaching the computer how to think, children embark on an exploration about how they themselves think" (Papert 1980: 19).

Paperts ideer bundede i hans arbejdede med Piaget. Papert blev imponeret over den måde, Piaget så på børn på som aktive skabere af deres egne intellektuelle strukturer, og han mente desuden, at udviklingen af programmeringsfærdigheder, herigennem udforskningen af egen tænkning, kunne overføres til andre områder. Eksempelvis pegede han på, at programmering handlede om at blive god til at isolere og rette fejl – dvs. at rette de dele, som gør, at et program ikke virker. "The question to ask about the program is not whether it is right or wrong, but if it is fixable", påpegede han (Papert 1980: 23). Hvis denne tankegang blev overført til,

hvordan samfund tænkte om viden, mente han desuden, at vi ville være mindre intimiderede af frykten for at "tage fejl".

Papert beskrev sine ideer om nye muligheder for læring, tænkning samt emotionel og kognitiv udvikling baseret på datalogisk teknologi og datalogiske ideer, som afhængige af en fremtid, hvor computere ville blive en væsentlig del af ethvert barns liv (Papert 1980: 17-18). Han var den første, der anvendte den konkrete term datalogisk tænkning (computational thinking), da han i bog forklarede, hvordan man endnu ikke i 1980 var lykkedes med at skabe datalogiske miljøer i form af sociale "computerklubber". Selvom der havde været forsøg på det, havde miljøerne været for primitive, sagde han.

"Their visions of how to integrate computational thinking into everyday life was insufficiently developed. But there will be more tries, and more and more. And eventually, somewhere, all the pieces will come together and it will 'catch'" (Papert 1980: 182).

Forsøg med datalære i 1980'erne

Herhjemme udgav Danmarks Skolelederforening samtidig, i 1983, et praksisrettet hæfte om EDB i skolen (Frandsen 1983), der bestod af status på EDB i folkeskolens undervisning samt beskrev fire tiltag, hvor folkeskoler på eget initiativ eller med midler fra Folkeskolens Forsøgsråd havde forsøgt sig med datalære i undervisningen. På trods af Johnsen-betænkningen i 1972 var der nemlig "af uransagelige årsager" ikke kommet datalære på det almene skema.

I hæftets indledning hed det, at datamaskinerne trods deres meget korte levetid allerede havde haft en meget stor indflydelse på samfund og hverdag, og man forudså, at vi sandsynligvis kun var ved begyndelsen af en overgang til et informationssamfund. Man slog fast, at der var to forskellige berøringsflader, hvad angik brug af datamaskinen og EDB i skolen: som middel til løsning af opgaver og i form af undervisning om EDB og datamaskinens betydning for os alle, "men desværre blandes tingene ofte sammen med uklarhed til følge" (Frandsen 1983: 3). Det første inddelte man yderligere i datamaskinen brugt som medie, datamaskinen brugt som værktøj (hjælpemiddel) og datamaskinen brugt til administrative opgaver, mens det andet område hovedsageligt handlede om datalære som tværfagligt fag.

Det var op til de enkelte skoler selv at formulere formålene med forsøgsundervisningen, samt hvad de syntes, faget skulle indeholde; dog blev det i et vejledende forslag til en læseplan fra 1985 beskrevet som:

Formålet med undervisningen er, at eleverne erhverver sig indsigt i elektronisk databehandling og dennes anvendelsesområder.

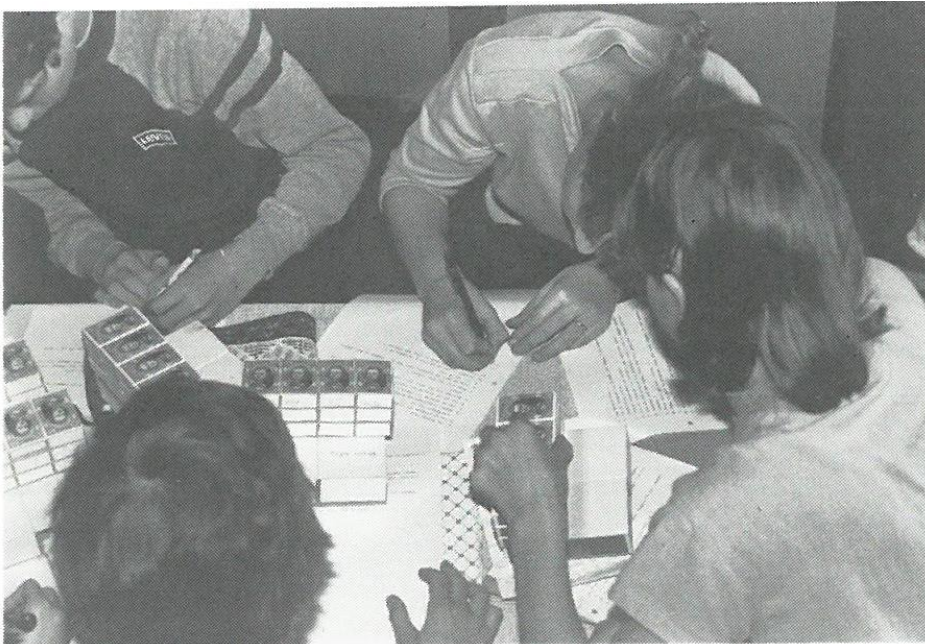
Stk. 2. Undervisningen skal give eleverne mulighed for oplevelse af og erfaring med problemløsning gennem brug af datamater.

Stk 3. Undervisningen skal medvirke til, at eleverne får baggrund for at kunne vurdere og tage stilling til de muligheder, påvirkninger og konsekvenser, der følger af brugen af datamater.

(Skole og edb 1985: 149)

I 1986 var der i samarbejde med Folkeskolens Forsøgsråd skrevet mere end 3.000 siders rapporter af forskellig karakter: datalære som obligatorisk og selvstændigt fag; forsøg, hvor elementer af datalære havde været integreret i andre fag; forsøg med datalære som kursusfag; samt forsøg med datamatstøttet undervisning (Hansen & Jensen 1986: 35). Desuden kan man finde rapporter over forsøg med datalære i rene pige- og drengehold (for eksempel Hjort Jensen 1986).

Fælles var, at computere dengang ikke var allemandseje, og det selvfølgelig faktum, at de langt fra havde så intuitive brugerflader som i dag. Det kan være årsagen til, at undervisningen havde fokus på de mentale og sociale processer omkring forståelse og udvikling af computerprogrammer og også tog udgangspunkt i teknologier uden strøm.



For at illustrere en datamaskines opbygning lavede disse 5. klasselever deres egen model af en datamaskine, SKJOLD, ud af tændstikæsker. Modellen bestod af indlæseenhed, styreenhed, regneenhed, internt lager samt udlæseenhed. Herefter gennemgik de forskellige eksempler på brugsanvisninger (programmer). De lærte altså de forskellige enheder på en datamaskine at kende gennem noget konkret og håndgribeligt - uden brug af strøm. (Foto: Danmarks Skolelederforening, Frandsen 1983).



I 1981 lavede et datalærehold et fiktivt kommunevalg. Eleverne undersøgte reglerne for valg og lavede i første omgang optællinger og beregninger i hånden. Dernæst overførte de deres beregningsmetoder til edb og lavede en vurdering af positive og negative konsekvenser af denne overførsel. Faktisk var der samme år et rigtigt kommunevalg, hvor eleverne fik stillet et lokale til rådighed og lyttede med, når valgsteder indtelefonerede resultater. De indtastede resultaterne på datamaterne og kunne på den måde, efter et minut, give en mandatfordeling. (Foto: Danmarks Skolelederforening, Frandsen 1983).

Også i USA diskuterede forskere på området computernes begyndende indtog i skolen. Således skrev Roy D. Pea og D. Midian Kurland i en artikel i 1984 om de revolutionerende ændringer, der skete på uddannelsesområdet i den tid med udbredt adgang til computere på skolerne, som blev brugt til læringsaktiviteter på tværs af læseplaner, blandt andet til design af software. Men, påpegede de:

“... virtually all educators are as anxious and uncertain about these changes and the directions to take as they are optimistic about their ultimate effects. ‘Now that this admittedly powerful symbolic device is in our schools,’ they ask, ‘what should we do with it?’” (Pea & Kurland 1984: 137).

Pea og Kurland beskrev det daværende miljø som ukritisk optimistisk omkring potentielle kognitive fordele ved at lære at programmere. De så en risiko for det, de kaldte en naiv teknik-romantisering – at ideer blev forankret i curriculum på grund af følelser for en sag snarere end på grund af empirisk verifikation gennem forskning og udvikling.

De to forskere sammenlignede blandt andet programmering med læsning. Som læsning, der historisk har været anset som lig med afkodning, blev programmering ofte anset som at lære ordforråd og syntaks i et programmeringssprog, men de påpegede, at kompetent programmering ligesom læsning er en kompleks og kontekstafhængig proces, der kræver forståelse. De mente således, at der var alt for meget fokus på programmeringens grammatik og regler, og her slog de yderligere fast, at det ikke var programmeringssprog eller computere, der skulle lære eleverne programmering – men lærere.

Lærerens betydningsfulde rolle blev i samme periode også påpeget herhjemme, hvor man fremhævede datamaskinen som et redskab i lærerens hånd – ikke som en erstatning for lærere.



Mikrodatamaten var kommet for at blive, slog man fast, men derfor skulle den ikke anvendes for enhver pris – og slet ikke hvis et andet middel eller samspillet mellem lærer og elev kunne bearbejde stoffet på en bedre måde. Datamaskinen kunne ikke, understregede man, erstatte læreren, og var kun et redskab i lærerens hånd. Skolen ønskede ikke at blive taget på sengen af hardware-fabrikanters og bogforlags kommercielle interesserer, men at der blev udviklet pædagogisk tilrettelagt undervisningsmateriale, så det elektroniske apparatur kunne anvendes hensigtsmæssigt. (Tegning: Danmarks Skolelederforening, Frandsen 1983).

Som nævnt blev datalære aldrig realiseret på trods af de mange anbefalinger og dybdegående beskrivelser fra ambitiøse uddannelsesfolk på området. Faget kunne godt nok i en kort periode udbydes som valgfag i 1980'erne, men undervisningsminister Bertel Haarder gjorde det senere til et obligatorisk paragraf 6-emne på linje med seksualundervisning og trafiklære, som ingen kom til at tage ansvar for – sådan som det tværfaglige emne "it og medier" i dag. I de næste tyve år flyttede fokus sig fra en problemløsnings- og demokratisk orienteret datalære mod en fase med fokus på it-færdigheder og soft- og hardwareanskaffelser, efterfulgt af en fase hvor it blev set som et værktøj, der kunne understøtte forandrede pædagogiske praksisser og skulle integreres som sådant i alle fag. Vi

præsenterer disse to faser ganske kort i det følgende, før vi når frem til situationen i dag, hvor der er en fornyet interesse for datalogi som tilgang og fagligt indhold.

Fokus på indkøb og it-færdigheder

I 1993 trådte en ny folkeskolelov i kraft med kravet om, at edb blev integreret i alle fag på alle klassetrin. Loven indeholdt yderligere tre valgfag, der kunne tilbydes på 8.-10. klassetrin: tekstbehandling (som erstatning for maskinskrivning), teknologi og medier (Dalgaard 1994). I 1992 havde Undervisningsministeriets foretaget en undersøgelse af, hvor mange datamaskiner, skolerne havde til rådighed for undervisning, og den viste, at der var meget stor forskel på skolernes forudsætninger for at leve op til disse nye lovkrav og på, hvordan kommunerne økonomisk prioriterede ressourcer på edb-området. Mangel på undervisningsprogrammer var desuden problematisk. Dette affødte en række initiativer.

Danmarks første internetbaserede netværk, Sektornettet, blev etableret i 1993-1994 med det formål at forbinde hele uddannelsessystemet til internettet, hvilket stort set var lykkedes inden år 2000. Arbejdet foregik i regi af UNI-C (nu Styrelsen for IT og Læring (STIL)).

Operationelle brugerkompetencer eller it-færdigheder kom i fokus i 1996, da en række PC-kørekort gjorde deres indtog, herunder et kørekort for lærere, og få år senere fulgte Junior PC-kørekortet målrettet folkeskolens elever. Dette kørekort havde til formål at sikre, at eleverne fik et minimum af grundlæggende kendskab til en pc. De fik således et it-kompetencebevis, hvormed de kunne dokumentere, at de havde de nødvendige standardforudsætninger for at deltage aktivt i informationssamfundet (Hansbøl & Mathiasen 2003). Kørekortets fokus var på operationer som at kunne markere skrift til kursiv eller at kunne gemme data.

Sideløbende med fokusset på sikring af tilgængelighed og it-færdigheder fik Center for Teknologistøttet Undervisning i midten af 1990'erne 100 millioner kroner til at uddele til projekter om it i undervisningen, en værktøjskasse til it kaldet Poseidon blev etableret, og Skolernes Databaseservice (SkoDa) blev dannet (Bundsgaard, Petterson & Puck 2014).

Fokus på pædagogisk udvikling og brug af it i alle fag

Dette fokus på de pædagogiske aspekter af it i undervisningen blev styrket i 2001, da der blev udmøntet en pulje på 323 millioner gennem projektet *It og*

Medier i Folkeskolen (ITMF). ITMF støttede blandt andet udviklingsprojekter, produktion af et mediebibliotek og efteruddannelse af lærere. Senere, i 2004-2008, fulgte projektet It i Folkeskolen (ITIF), der med en ramme på 750 millioner kroner primært støttede computerindkøb og udvikling af seks fagomfattende digitale læremidler (Bundsgaard, Petterson & Puck 2014). Disse læremidler fik generelt en ganske kort levetid og dannede ikke grundlag for yderligere udvikling.

I 2009 blev Fælles Mål, der indførtes i 2003 som afløser til de tidligere Klare Mål, revideret, og i forbindelse med denne revidering blev faghæfte 48, *It- og mediekompetencer i folkeskolen*, udgivet (Undervisningsministeriet 2009). Digital betjening og funktionel beherskelse af it som kommunikationsmedie var i fokus i faghæftets indledning, hvor man beskrev børn og unge som frontløbere, eftersom de hurtigt tog de digitale teknologier til sig og således var med til at drive udviklingen. Blandt andet hed det, at "gode digitale kompetencer i stigende grad er en forudsætning for at opsøge og udnytte fritidsaktiviteter, for eksempel kræver deltagelsen i stadig flere friluftaktiviteter, at man orienterer sig og tilmelder sig via internettet." Digitale kompetencer blev defineret som "besiddelse af visse færdigheder inden for it", men der var også et begyndende fokus på kompetencer i "kritisk informationssøgning, databehandling og it-brugerens evne til at fortolke de digitale mediers mangfoldige repræsentationer." Grundlæggende bestod faghæftet af de fire tværfaglige temaer: informationssøgning og -indsamling; produktion og formidling; analyse; samt kommunikation, vidensdeling og samarbejde.

I de sene 00'ere begyndte den it-didaktiske forskning at få fart på, blandt andet som følge af kravet om følgeforskning til den store ITMF-bevilling, og fordi der blev uddannet en række ph.d.'ere inden for området (Bundsgaard 2017).

Men der var stadig fuld fart på hardwareindkøbet, særligt i form af først interaktive tavler, og fra 2011 i form af tablets, særligt iPads. Disse hardwarefokuserede indsatser mødte dog også kritik. Blandt andet ryddede Københavns Kommunes indkøb af interaktive tavler til alle kommunens skoler i 2012 forsider med overskrifter som "Københavns Kommune spiller 21 millioner på interaktive tavler" (Hansen 2012), ligesom Odder Kommunes indkøb af iPads i 2011 til alle lærere og elever for otte millioner kroner var genstand for kritiske røster (Mortensen 2012).

I 2011 afsatte regeringen 500 millioner og kommunerne yderligere 500 millioner til Indsatsen for øget anvendelse af it i folkeskolen – først med afslutning i 2015, senere forlænget til 2017. Initiativet støttede konkret kommunernes indkøb af digitale læremidler, udvikling af digitale læremidler,

etablering af lærernetværk, effektmåling af digitale læremidler samt den digitale infrastruktur på skolerne, men også pædagogiske udviklingsprojekter som demonstrationsskoleforsøgene blev iværksat (Undervisningsministeriet 2018b). I mellemtiden blev It og medier indført som tværfagligt tema med den nye skolelov fra 2014 under undervisningsminister Christine Antorini, og konkrete faglige it-mål blev indskrevet i alle fag. Samtidig blev Faghæfte 48 afskaffet.

Konklusioner fra demonstrationsskoleforsøgene pegede blandt andet på, at den prototypiske undervisningspraksis og integration af it i folkeskolen er traditionel og styret af konservative logikker, men samtidig viste de, at it havde mulighed for at fremme kreativitet og innovative løsninger (Hansen & Bundsgaard 2016).

Frem til fortiden: Teknologiforståelse og datalogisk tænkning

I 2017 iværksatte Undervisningsminister Merete Riisager et forsøgsvalgfag i teknologiforståelse med deltagelse af 13 skoler. Formålet med valgfaget har lighedspunkter med det beskrevne datalære fra 1970'erne samt valgfaget i 1980'erne – dog med et større fokus på færdigheder i programmering end dengang.

I 2018 udgav Undervisningsministeriet (2018a) en handlingsplan for teknologi i undervisningen med visionen om, at danske børn og unge skal kunne skabe kreativt med digital teknologi og ikke blot forbruge den. Udfordringerne beskrives både som fremtidig vækst i Danmark og grad af den enkeltes frihed. Således er baggrunden for handlingsplanen både at sikre, at vi alle kan deltage aktivt i vores demokratiske samfund, heriblandt forholde os kritisk til algoritmer, samt at vi bliver klædt på til de ændringer i kerneydelser, man spår på arbejdsmarkedet i de kommende år, hvor mange opgaver løbende vil kunne digitaliseres, og hvor der i højere og højere grad efterspørges it-specialister.

I 2018 etablerede ministeren desuden en række forsøg med faget gennem en treårig periode. Der skulle afprøves forskellige modeller for teknologiforståelse som selvstændigt fag og integreret i fag, ligesom man eksperimenterede med det i 1980'erne, dog uden de digitale teknologier, vi har til rådighed i dag. I december 2018 blev Fælles Mål og fagformål offentliggjort med de fire kompetenceområder: digital myndiggørelse, computationel tankegang, digital design og designprocesser samt teknologisk handleevne (EMU 2019).

På gymnasieområdet indførte man i 2015 it-faget informatik som permanent studieretningsfag og valgfag efter en fireårig forsøgsperiode

med faget under navnet informationsteknologi (Undervisningsministeriet 2017). Fagets identitet bygger på abstraktion og logisk tænkning med en innovativ tilgang til it-produktudvikling, der giver grundlag for at forstå informationsteknologiens udvikling, opbygning og samspil med brugere og samfund. Det nye folkeskoleforsøgsfag teknologiforståelse har særligt fokus på fagets almendannede karakter, og ligesom gymnasiefaget indebærer det blandt andet, at eleverne udvikler datalogisk tænkning.

Begrebet datalogisk tænkning (*computational thinking*) blev re-introduceret af professor Jeanette M. Wing (2006) som en vigtig kompetence på linje med læsning, skrivning og matematik. I Wings forståelse indebærer datalogisk tænkning overordnet set:

“... solving problems, designing systems, and understanding human behavior, by drawing on the concepts fundamental to computer science” (Wing 2006: 33).

I en rapport over udviklingen af datalogisk tænkning i obligatorisk uddannelse peger forfatterne på, at der ikke er enighed om definitionen af datalogisk tænkning, men at det oftest omfatter kernebegreber og kompetencer som abstraktion, algoritmisk tænkning, automatisering, nedbrydning af problemer, fejlfinding og generalisering (Bocconi et al., 2016), og at programmering ses som en bestanddel, der kan konkretisere datalogisk tænkning. Eksempelvis går algoritmisk tænkning forud for programmering.

Wings re-introduktion har bevirket, at et stigende antal lande på globalt plan har udviklet og udvikler læseplaner, der sigter mod, at eleverne udvikler kompetencer i at tænke datalogisk. Førnævnte rapport konkluderer, at 11 lande i Europa (DK, FR, FI, HR, IT, MT, PL, PT, TR, UK-EN, UK-SCT) for nyligt har gennemgået reformer, der omfatter integrering af datalogisk tænkning og beslægtede begreber. Syv andre (CZ, GR, IE, NL, NO, SE, UK-WLS) planlægger at integrere datalogisk tænkning i obligatorisk uddannelse, og endnu andre syv lande (AT, PT, CY, IL, LT, HU, SK) integrerer datalogisk tænkning ved at bygge videre på langvarige traditioner inden for datalogi på primært gymnasier. Nogle af disse udvider også datalogiundervisningen til at omfatte grundskoleniveau (Bocconi et al. 2016). Yderligere er IEA's (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement*) internationale undersøgelse ICILS (*International Computer and Information Literacy Study*) blevet udvidet til i 2018 også at omfatte evaluering af elevernes kompetencer i at tænke datalogisk (IEA 2018).

Diskussion

Formålet med denne artikel var at udforske, hvordan det fag, vi i dag kalder teknologiforståelse, har udviklet, afviklet og nu genudviklet sig gennem tiden og op til i dag for derigennem at kunne udlede erfaringer, vi kan lade os inspirere og lære af i dag.

Når vi ser tilbage på udviklingen gennem 50 år, kan vi identificere fire perioder. Den første kalder vi "datalære", og den begynder i 1966 med Peter Naurs tanker om behovet for og indholdet af datalogiundervisning i folkeskolen. Her er fokus på både at sætte eleverne i stand til at tænke kritisk om datamaskinernes rolle i samfundet og på at tænke datalogisk, hvilket ikke bare vil sige at kunne programmere. Naur såede således nogle vigtige frø til en betænkning for faget datalære (1972), der dog blot blev indført som valgfag i en kort periode i 1980'erne, hvor det i praksis kom til at indtage mange forskellige former – fra fokus på forståelsen af data og computerens opbygning til rene programmeringsforløb. Naur var fremsynet med sine tanker om datalære, længe før computeren kom ind i klasseværelset. Derfor er denne periode også længere end de følgende, hvor udviklingen på området går stadigt hurtigere.

Den følgende periode, "operationelle brugerkompetencer og infrastruktur", indledes i 1990, hvor datalære afskaffes som valgfag. Her flyttes opmærksomheden hen imod at sætte eleverne i stand til at håndtere det, der nu har etableret sig som maskiner, der kan bruges i næsten alle områder af samfundslivet. I denne periode tænkes computere i høj grad som noget, der skal integreres i alle fag og understøtte undervisningen, og derfor er fokus også på at få en tilstrækkelig stor maskinpark og ikke mindst at få skolerne koblet op på det voksende internet.

Omkring år 2000 starter den tredje periode, hvor fokus fortsætter på indkøb af hardware – nu også i form af interaktive tavler, tablets og senere robotter, 3D-printere osv. I denne fase bliver der også meget stærkt fokus på udvikling af læremidler, og der afsøges metoder til at komme fra de mange enestående (i begge betydninger af det ord) initiativer og projekter rundt på skolerne til en egentlig integration i den daglige undervisning på alle skoler. Det sker blandt andet gennem massive indsatser for at få skabt en interesse og et marked for digitale læremidler. Vi kalder denne periode for "indkøb af hardware og udvikling af læremidler".

I de seneste år kan vi ane konturerne til en ny periode, som vi kalder "datalogisk tænkning og teknologiforståelse" – en periode, som begynder sin udvikling 5-10 år tilbage med initiativer som Coding Pirates og FabLab@SCHOOLdk samt it-didaktiske drøftelser på området. I én forstand

lægger vi os i Danmark i forlængelse af en efterhånden lang række lande, der har gennemført reformer og initiativer, der sigter mod, at eleverne lærer at anvende it til fremme af kreativitet og innovative løsninger gennem udvikling af datalogisk tænkning.

Da professor Jeanette M. Wing i 2006 reintroducerede datalogisk tænkning som en væsentlig kompetence på linje med læsning, skrivning og matematik, var det med et andet perspektiv end oprindeligt¹. Hvor Peter Naur tilskyndede til, at alle børn lærte at forstå og anvende computere, foreslog Wing, at de skulle "lære at tænke som en datalog" (Wing 2006). Gennem sit arbejde på US National Science Foundation indledte hun en international bevægelse for at få datalogisk tænkning ind i skolen. Denne bevægelse er i høj grad baseret på en forestilling om, at datalogisk tænkning er problemløsning som beregningsmæssige trin og algoritmer, dvs. med en tydelig fremhævelse af programmering. Vægten på programmering udelukker mere eller mindre andre områder som kunstig intelligens, dataanalyser, neurale netværk, kvantemekanik og mange flere, der alle afhænger af datalogisk tænkning med hardware, computersystemer, netværk, simulering og design. Dataloger tænker i alle disse ting – ikke kun i programmering.

Bevægelsen har været under kritik fra flere uddannelsesforskere, især professor Peter J. Denning (2017), en amerikansk pioner inden for datalogi, der påpeger, at de nyeste definitioner af datalogisk tænkning foregiver, at det hele startede i den moderne computeralder, selvom mange datalogiske metoder til algoritmer og maskiner har været en del af menneskets historie i tusindvis af år. Fokus på programmering og algoritmer har skabt en snæver opfattelse af datalogisk tænkning, hvilket yderligere har skabt en række misforståelser om algoritmer og maskiner med en risiko for, at elever kommer til at tro, at computere kan mere, end de i virkeligheden kan – og hvor vi undlader at skelne mellem, hvad mennesker kan gøre, som computere ikke kan. En sådan misforståelse er forestillingen af en algoritme som enhver trinvis fremgangsmåde, hvilket ignorerer det væsentlige krav om, at algoritmen skal være så præcis, at en maskine kan udføre den uden menneskelig vurdering eller fortolkning. En anden er tanken om, at en computer ikke er vigtig i formulering af algoritmer – selvom enhver datalogisk algoritme historisk set er designet til at kontrollere eller styre en maskine.

Denning argumenterer for, at datalogisk tænkning indebærer mentale vaner og greb til at finde ud af, hvordan man får computere til at udføre et job for os. Dette indebærer, at eleverne i deres problemløsning skal

¹ Dele af dette samt følgende afsnit er skrevet i en e-maildialog med Peter J. Denning i 2018.

indtænke de brugere, der skal anvende deres programmer og teknologier. Brugere – ikke programmører – bestemmer, om en løsning med succes udfører et job, de kan bruge til noget. Derfor bør elever lære at lytte til og orientere deres design efter brugere. Uanset hvor vigtig uddannelse i beregningsmæssige trin og algoritmer er, er det langt fra den tilstrækkelige datalogiske tænkning, som vores børn har brug for.

En andet væsentligt problematik er ideen om, at programmers pålidelighed afhænger af formelle beviser. Beviser er nyttige, når de er mulige, men de fleste store systemer er afhængige af mange andre metoder til pålidelighed. I den forbindelse påpeger Denning: "Meget databehandling handler ikke om programmering, men om datalogisk design, og meget design trækker på engineering frem for matematik." Dette syn stemmer overens med Peter Naurs tankegang. Naur havde et omfattende og inkluderende syn på datalogi – ikke en smal tilgang, som kun omhandlede programmering og formelle strukturer. Han talte også om børn, der skulle lære at forstå computere – ikke om at børn blot skulle lære programmering.

Denning pointerer, at datalogisk tænkning er en særdeles værdifuld kompetence, og er positiv over for bestræbelserne for at gøre datalogi tilgængeligt, men sammen med den finske datalogiprofessor Matti Tedre advarer han om, at mangel på indsigt i begrebets lange og omfattende historie kan føre til svagere og mindre ambitiøse versioner af datalogisk tænkning – at denne manglende indsigt forårsager tilbagegang og ikke fremgang. Således siger de to:

"When researchers do their homework well, they know what previous generations of scientists have tried and done, and where they have succeeded and failed. They avoid 'reinventing the wheel' by acknowledging predecessors who built the foundations on which the current generation of researchers is now working" (Tedre & Denning, 2016).

Perspektivering

Vi bør altså kende det fundament, vi opbygger faget på – og i forlængelse af internationale tendenser ser det ud til, at vi i Danmark adskiller os ved også at have fokus på andre aspekter af det, der nu har fået den samlede betegnelse "teknologiforståelse", og ved historisk at have været på forkant med et bredere almindende fokus.

Med indførelsen af forsøgsvalgfaget teknologiforståelse i 2017 var målet blandt andet at sikre, at vi alle kan deltage aktivt i vores demokratiske samfund, heriblandt forholde os kritisk til algoritmer, og i forlængelse heraf lægges der i forsøgsprogrammet for teknologiforståelse nu op til, at

eleverne skal opnå grundlæggende viden om netværk, algoritmer, programmering, logisk og algoritmisk tænkning, abstraktion og mønstergenkendelse, datamodellering samt test og afprøvning; at de skal opnå forståelse for designprocesser til kompleks problemløsning; og at de skal undervises i teknologiens og automatiseringens betydning for samfundet, herunder udvikle forståelse for sikkerhed, etik og konsekvenser ved digital teknologi (EMU 2019).

Som påpeget ovenfor bør området i dag således ikke udelukkende indebære forståelse for traditionelle sekventielle algoritmer, der udføres trin for trin. Mange computerprogrammer udvikles i dag med såkaldt kunstig intelligens – for eksempel i form af neurale netværk, opbygget af parallelle algoritmer, der eksekveres samtidigt. Hvor sekventielle computerprogrammer eksekverer regler trinvis, tillærer neurale netværk sig hele tiden nye handlemåder gennem løbende input og er derfor langt sværere og ofte umulige at gennemskue konsekvenserne af. Når vi fodrer computersystemer med vores data, er det os som brugere, der instruerer kunstige oversættelsesprogrammer i, hvordan de i fremtiden skal oversætte ord; korttjenester, hvor lang tid en given rute tager i bil; eller søgemaskiner, hvad de skal prioritere højest frem for andet. Mens det har skabt langt større muligheder, har det også affødt en lang række moralske dilemmaer og konsekvenser – som vi ikke kan gå i dybden med i nærværende artikel².

Vi kan dog konstatere, at sådanne problemstillinger kun har gjort det endnu mere presserende, at børn udvikler fundamental forståelse for algoritmer og dataprocesser. Og i en vis forstand kan vi i dag se en gentagelse af Peter Naurs præcis 50 år gamle pointe, nemlig at:

”Magten over et stærkt datamatiseret system øjensynlig [vil] ligge hos dem, der forstår, hvordan det virker”,

og at:

”... forståelsen af datamaternes programmering må bringes ind i almenuddannelsen og således blive almeneje. ... Der er ingen vej udenom, vi må forstå datamaterne, allesammen” (Naur 1968: 32).

Det bliver spændende at se, om tankerne realiseres i dette forsøg – eller om de vigtige ambitioner igen falder på gulvet i en ministerrokade eller et regeringsskifte.

² Denne store problemstilling behandles i Caeli & Bundsgaard, forthcoming.

Referencer

- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice*. European Commission, Joint Research Centre.
http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104188/jrc104188_computhinkreport.pdf
- Bundsgaard, J.; Petterson, M. & Puck, M. R. (2014). *Digitale kompetencer. It i danske skoler i et internationalt perspektiv*. Aarhus Universitetsforlag
- Bundsgaards, J. (2017). Fagdidaktik og it. *Learning Tech – Tidsskrift for lærermedier, didaktik og teknologi*, (2): 6-31.
- Caeli, E. N. & Bundsgaard, J. (forthcoming). *Teknologikritik i skolen – et demokratisk perspektiv på teknologiforståelse*. Manuskript under udarbejdelse.
- Dalgaard, L. (1994). Edb i undervisningen i folkeskolen. *Nytt om data i skolan*, nr. 1: 28-31.
- Denning, P. J. (2017). Viewpoint. Remaining Trouble Spots with Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 60(6): 33:39
- EMU (2018). *Teknologiforståelse valgfag (forsøg) – Fælles Mål og læseplan*.
<https://www.emu.dk/modul/teknologiforst%C3%A5else-valgfag-fors%C3%B8g-%E2%80%93-f%C3%A6lles-m%C3%A5l-og-l%C3%A6seplan>
- Frandsen, K. (1983) (red.) *EDB i skolens undervisning*. Danmarks Skolelederforening.
- Hansbøl, M. & Mathiasen, H. (2003). *Junior PC-kørekort. Forskningsrapport ITMF-Projekt 373*. Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag.
- Hansen, K. F. & Jensen, P. E. (1986). *Informationsteknologi og skole. Status og udviklingslinjer*. Danmarks Pædagogiske Institut. Munksgaard.
- Hansen, T. H. (2012). Kritik: Københavns Kommune spilder 21 millioner på interaktive tavler. *Version 2*.
<https://www.version2.dk/artikel/koebenhavns-kommune-bruger-21-millioner-paa-fiasko-skole-it-46203>
- Hansen, T. I., & Bundsgaard, J. (2016). *Effektmåling af demonstrationsskoleforsøg: Afrapportering af kvantitative undersøgelser*

på tværs af de tre demonstrationsskoleprojekter i AUUC-konsortiet.
Læremiddel.dk.

Hjort Jensen, H. (1986). Datalære – også for piger: det kan være en fordel at dele klassen op i rene drenge- og pige grupper i faget datalære. *Folkeskolen*. Årg. 103, nr. 19: 808-809.

IEA (2018). *ICILS. International Computer and Information Literacy Study.*
<http://www.iea.nl/icils>

Jacobsen, J. (2001). Pc-kørekort til skoleelever. *Folkeskolen.dk*, 5. april 2001. <https://www.folkeskolen.dk/13030/pc-koerekort-til-skoleelever>

Knuth, D. E. (1974). Computer Science and its Relation to Mathematics. *The American Mathematical Monthly*, vol. 81: 323-343
Malmberg, A. C. (1970). *Datalogi i skolen: Læreruddannelsen – en flaskehals.* Undervisningsministeriets tidsskrift, 272-276.

Mortensen, H.N. (2012). *Ingen dokumenteret effekt: Skoler køber iPads i blinde for millioner.* Version 2, 18. september 2012.
<https://www.version2.dk/artikel/ingen-dokumenteret-effekt-skoler-koeber-ipads-i-blinde-millioner-47792>

Naur, P. (1967). Datamaskinerne og samfundet. *Søndagsuniversitetet – Bind 85.* Munksgaard.

Naur, P. (1968). Demokrati i datamatiseringens tidsalder. *Kriterium*, 3. årg., nr. 5 - juni 1968. Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck.

Naur, P. (1954). Elektronregnemaskinerne og hjernen. *Perspektiv 1* (7): 42-46.

Naur, P. (1966). *Plan for et kursus i datalogi og datamatik.* Regnecentralen.

Naur, P. (1965). *The Place of Programming in a World of Problems, Tools, and People.* Proc. IFIP Congress 65: 165-199.

Papert, S. (1980, 1993). *Mindstorms. Children, Computers, And Powerful Ideas.* Basic Books.

Pea, R. & Kurland, M. (1984). On the cognitive effects of learning computer programming. *New Ideas in Psychology* 2, 2, 137-168.

Skole og edb (1985). Vejledende forslag til læseplan for valgfaget datalære i folkeskolen. *Skole og edb*, 1985: 149-152

- Sveinsdottir, E. & Frøkjær, E. (1988). Datalogy – The Copenhagen Tradition of Computer Science. *BIT Numerical Mathematics*, 28 (3), 450–472.
- Tedre, M. & Denning, P. J. (2016). The Long Quest for Computational Thinking. *Proceedings of the 16th Koli Calling Conference on Computing Education Research*, November 24-27, 2016, Koli, Finland: 120-129.
- Undervisningsministeriet (1972). *Betænkning om edb-undervisning i det offentlige uddannelsessystem. Betænkning nr. 666.*
Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet (2018a). *Handlingsplan for teknologi i undervisningen.* <https://www.stil.dk/-/media/filer/uvm/udd/fgu/180201-nyhandlingsplan-for-teknologi-i-undervisningen-februar-2018.pdf?la=da>
- Undervisningsministeriet (2018b). *Indsatsen for øget anvendelse af it i folkeskolen.* <https://www.uvm.dk/folkeskolen/laering-og-laeringsmiljoe/it-i-undervisningen/oeget-anvendelse-af-it-i-folkeskolen>
- Undervisningsministeriet (2017). *Informationsteknologi C og B.* <https://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/laereplaner-2013/forsoegsfag-i-de-gymnasiale-uddannelser/permanente-forsoegsfag/informationsteknologi-c-og-b>
- UNI-C. *På forkant i 40 år. Jubilæum 1965-2005.* <https://www.yumpu.com/da/document/view/17696419/historisk-tilbageblik-unioc/5>
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Bilag 1. It i folkeskolen 1966-2018

Årstal	Begivenhed	Fokus
1966	Professor Peter Naur introducerer datalogi som en alternativ betegnelse for området, der kaldes computer science. Han formulerer datalogi/datamatik som et tværfagligt værktøj på linje med sproglære og matematik og forudser, det vil komme til at indtage en lignende plads i uddannelsessystemet.	Datalære
1968	Danmarks Lærerhøjskole begynder at afholde edb-undervisning for matematiklærere med problemløsning i centrum.	
1970	Afdelingsleder på Danmarks Lærerhøjskole, Allan C. Malmberg, påpeger, at læreruddannelsen bør tilgodeses i opbygningen af en edb-kapacitet inden for undervisning og forskning i alle fag i en helt anden målestok end tidligere – for ikke at blive en flaskehals for faget.	
1972	I betænkning nr. 666 fremlægger et udvalg en analyse af datalære som et væsentligt fag i folkeskolen.	
1973	Et udvalg udarbejder udkast til undervisningsvejledningen for datalære.	
1975	Ny skolelov, men datalære er af uforklarlige årsager faldet ud af loven, så det kun bliver et valgfag for 10. klasse	
1976	Datalæreforeningen stiftes (hedder nu Danmarks IT-vejlederforening og hed en kort periode Informatikforeningen).	
1976-1986	En lang række forsøgs- og udviklingsarbejder på området: i fag, som fag, kursusfag, piger-drenge. Finansieret gennem Folkeskolens Forsøgsråd og skolernes egne initiativer. I 1986 var der skrevet mere end 3.000 siders rapportering i samarbejde med Folkeskolens Forsøgsråd.	
1980	Statsminister Anker Jørgensen sagde i oktober i sin åbningstale i Folketinget, at "vi forventer at indføre datalære i dette folketingsår".	
1981	Uddannelsesrådet for Grundskolen nedsætter Haase-udvalget, som skal udarbejde en redegørelse om datalære i folkeskolen.	
1982	Haase-udvalget konkluderer, at datalære bør indføres i folkeskolen som selvstændigt fag, men da de skal fremlægge deres analyse for uddannelsesrådet, går Anker Jørgensen af som statsminister, og mødet aflyses. Bertel Haarder bliver ny undervisningsminister og nedlægger uddannelsesrådet, og udvalgets betænkning bliver ikke offentliggjort.	
1983	Undervisningsminister Bertel Haarder nedsætter et nyt udvalg, der arbejder videre med planerne for datalære: formålsbeskrivelse, undervisningsvejledning og læseplan for et valgfag, samt forslag til, hvordan det kan indgå i bestående fag.	
1985	Vejledende forslag til læseplan for valgfaget datalære offentliggøres.	
1984-1990	Datalære udbydes som valgfag i 8.-10. klasse.	
1985	Regnecentret ved Københavns Universitet (RECKU) samt Regnecentret ved Aarhus Universitet (RECAU) fusionerer og bliver til UNI-C (med den dobbelte betydning "Universitetscenter" og "unik"). Sidenhen blev Seminariernes IT-center (SITC) samt den amtslige og kommunale organisation ORFEUS også en del af UNI-C.	
1986	Bertel Haarders nye udvalg fremlægger deres analyse.	

1990-1994	Datalære afskaffes som valgfag og bliver ændret til et obligatorisk paragraf 6-emne på linje med færdselslære og seksualundervisning.	Operationelle brugerkompetencer og infrastruktur
1993	Ny folkeskolelov. Undervisningsminister Ole Vig Jensen godkender datalære som valgfag for 8.-9. klasse, men i loven forsvinder datalære både som valgfag og som obligatorisk emne. I bemærkningerne til paragraf 7 udtrykkes det, at 'Edb (...) afskaffes som obligatorisk emne, idet det forudsættes, at indholdet integreres i de obligatoriske fag på de yngste klassetrin.	
1993-1994	Danmarks første internetbaserede netværk, Sektornettet, oprettes med det formål at forbinde hele uddannelsessystemet til internettet.	
1996	En række PC-kørekort indføres, herunder PC-kørekort til lærere, og et par år senere Junior PC-kørekortet målrettet folkeskoleelever.	
Midt 1900'erne	En række projekter søsættes. Center for Teknologistøttet Undervisning får for eksempel 100 mio. kroner til at dele ud til projekter om it, der etableres en værktøjskasse til it i undervisningen (Poseidon), og Skolernes Databaseservice (SkoDa) dannes.	
2000	Næsten alle skoler og uddannelsesinstitutioner er forbundet til internettet gennem sektornettet (Cisco Systems Denmark).	
2001	It og Medier i folkeskolen (ITMF) søsættes med en ramme på 323 mio. kroner, der støtter udviklingsprojekter i samarbejde mellem skoler og forskere, produktion af mediebibliotek, efteruddannelse af lærere samt mindre initiativer.	Indkøb af hardware og udvikling af læremidler
2003	Fælles Mål indføres som afløser for Klare Mål.	
2004-2008	Undervisningsministeriet iværksætter It i folkeskolen (ITIF), med en ramme på 750 mio., som primært består af støtte til indkøb af computere til elever i 3. klasse og udvikling af seks fagomfattende digitale læremidler.	
2009	Fælles Mål revideres, og Faghæfte 48, It- og mediekompetencer i folkeskolen, udkommer.	
2009	Digitale nationale test indføres.	
2011-2012	Københavns Kommune indkøber interaktive tavler til alle skoler. Odder Kommune indkøber iPads til alle lærere og elever. Mange kommuner følger trop i årene, der følger med store indkøb af hardware.	
2014-	Forsøg med digitale prøveformer i flere fag.	
2011-2017	Et nyt initiativ iværksættes: Indsatsen for øget anvendelse af it i folkeskolen. Der afsættes 500 mio. fra regeringen og 500 mio. fra kommunerne til opkvalificering af bredbånd på skolerne og medfinansiering af indkøb af digitale læremidler. Projektet består af støtte til indkøb af digitale læremidler, effektmåling af brug af digitale læremidler i skolen, etablering af demonstrationsskoleforsøgsprojekter, udvikling af digitale læremidler og et lærernetværk.	
2013	UNI-C forærer de danske internetinstitutioner DiX'en, DK-CERT og Forskningsnettet til DTU som en del af en resortændring, hvor UNI-C med sin placering under Børne- og Undervisningsministeriet skal fokusere på it-opgaver, der knytter sig til det område.	
2014	UNI-C skifter navn til STIL (Styrelsen for It og Læring) pga. det ændrede fokus på at levere it-løsninger til folkeskolen og ungdomsuddannelserne uden et kommercielt	

	sigte. Det vigtigste mål for styrelsen bliver, at it understøttes i undervisningen (løsninger), mens indkøb og implementering er en kommunal opgave.	
2014	Ny skolelov med Forenklede Fælles Mål under undervisningsminister Christine Antorini. <i>It og medier</i> indføres som tværfagligt tema, og konkrete faglige it-mål indskrives i alle fag. Faghæfte 48 udgår derfor.	
2016	Konklusioner fra demonstrationsskoleforsøgene peger på, at integration af it i folkeskolen er traditionel og styret af konservative logikker – men at it har innovative muligheder.	Datalogisk tænkning og teknologiforståelse
2016	Efter professor Jeanette M. Wings reintroduktion af begrebet datalogisk tænkning (<i>computational thinking</i>) gennemgår en lang række lande reformer eller iværksætter tiltag, der omfatter integrering af datalogisk tænkning, heriblandt også Danmark.	
2017	Undervisningsminister Merete Riisager igangsætter valgfaget teknologiforståelse for udskolingen som et forsøg med 13 deltagende skoler.	
2018	IEA's (<i>International Association for the Evaluation of Educational Achievement</i>) internationale undersøgelse ICILS (<i>International Computer and Information Literacy Study</i>) udvides til også at omfatte evaluering af elevernes kompetencer i at tænke datalogisk.	
2018	Undervisningsminister Merete Riisager igangsætter forsøg med faget teknologiforståelse i fagene og som selvstændigt fag på 46 skoler over en periode på tre år.	