

Syfte

Emedan matematisk-formella modeller formar det obetingat nödvändiga fundamentet för varje computerprogram, är det viktigt för informatikern att ha ett fördjupat medvetande om skillnaden och det spända förhållandet mellan verkligheten och de formella modellerna. Detta skall bildas genom diskussionen av olika kunskapsteoretiska åsikter och särskilda exempel från informatik/systemvetenskap.

På så sätt skall de studerande få en ökad kunskapsteoretisk insikt och förmågan att medvetet välja en lämplig kunskapsteori för sin fortsatta verksamhet. I synnerhet skall de förneka den naiva realismen och lära känna värdet av den kritiska realismen och den evolutionära kunskapsteorin för den formella modelleringen i informatiken.

Innehåll

1. Informatikens frågor om inverkningsfaktorerna på modelleringen, som inte kan besvaras fullkomligt ur informatiken och därför leder till kunskapsteorin:
Hur sker en inverkning på den formella modelleringen genom
 - sammanspelet av modellutvecklaren (kunskapens subjekt) och modelleringsföremålet (kunskapens objekt)
 - den mentala predispositionen av modellutvecklaren
 - egenskaper av modelleringsföremålet
2. Diskussion av kunskapsteoretiska åsikter beträffande deras värde för svaret på informatikens frågor om modelleringen
 - idealism (idérealism), realism, (radikal) konstruktivism (att upptäcka/finna eller att skapa kunskap)
 - naiv realism, kritisk/hypotetisk realism (mot den naiva realismen inom informatiken)
 - rationalism, empirism
 - transcendental och evolutionär kunskapsteori
3. Kunskaper ur sysselsättningen med kunskapsteori, som är nyttiga för informatiken
 - kravet av den matematiska väldefinieradheten till modellkomponenterna (att formulera goda definitioner och att använda konsistenta begrepp)
 - modellutvecklaren som "human factor" i modelleringsprocessen (hjärnans metoder för att formalisera verkligheten)
 - formella modellernas begränsningar och möjligheter

Målgrupp

D-studerande i informatik, datalogi, matematik

Informatik och evolutionär kunskapsteori

Denna text är den svenska översättningen av mitt bidrag till kongressen ”Informatik och vetenskapsteori” i Münster, Tyskland, 1997, publicerat 1999. Tack så mycket till Per Flensburg och Torbjörn Fogelberg för språkliga korrektur. Nya forskningsresultat finns det bara i den engelska översättningen på nätet.

Introduktion och sammanfattning

En rad fenomen inom informatiken kan inte förklaras enbart med utgångspunkt från dess egen teori och omfattning. Man måste därför gå utöver den och rådfråga andra discipliner: ergonomi, arbetspsykologi, socialvetenskaper, kunskapsteori osv. Denna ansats fokuserar på frågeställningar, som särskilt leder till kunskapsteorin.

Med kunskapsteori menar man den gren av filosofin, som befattar sig med kunskapens förvärv, väsen och gränser. Specifikt vetenskapliga kunskaper (t. ex. formella modeller, som behövs inom informatiken för att implementera företagsinformationssystem på datorer) undersöks också av vetenskapsteorin. Den befattar sig - liksom också filosofisk disciplin - med vetenskapens grundvalar och dess metoder (vetenskapliga förfaranden för att förvärva kunskap). Sådillvida täcker vetenskapsteori och kunskapsteori varandra. Därmed har det innehållsmässiga sammanhanget givits för en kurs om vetenskapsteori.

Datavetenskapen betraktas sällan från metodologisk (läran om det vetenskapliga tillvägagångssättet) aspekt. Därför är det utan tvivel önskvärt både hos vetenskapsteorin och datavetenskapen att överföra kunskapsteoretiska funderingar till den senare. Detta gäller speciellt för informatiken. I de därtill hörande kunskapsteorigrenarna är de föredragna forskningsobjekten inte humaniora och ren matematik utan naturvetenskaper, nämligen fysiken som standardstudieobjekt och i nyare tid förstärkt biologin, alltså empiriska vetenskaper. Om man vill använda ett av dessa präglade kunskapsteoretiskt tänkande på ett fruktbart sätt inom informatiken, måste man åstadkomma en förbindelse mellan denna och empiriska vetenskaper.

Kapitel 1: Själva informatiken kan uppfattas som empirisk vetenskap (åtminstone i väsentliga delar), eftersom just de essentiella empiriska metoderna visar sig som jämförelsepunkt med naturvetenskaperna: observation, modellbildning och modellformalisering. (Formella modeller är de väsentliga formerna för kunskaper inom empiriska vetenskaper.) Pga denna jämförbarhet är det motiverat att göra naturvetenskapligt präglade kunskapsteoretiska funderingar även inom informatiken. Utgångspunkten för den vidare undersökningen är motiverad.

Kapitel 2: Grundläggande funderingar över de empiriska vetenskapernas (kunskapsförvärvande) metoder presenteras i en komprimerad överblick, så som en kunskapsteoretiskt ännu relativt naiv ståndpunkt tillåter: Med utgångspunkt från observationer skapas modeller, som kan formaliseras mer eller mindre bra och vilkas kvalitet måste bedömas kunskapsteoretiskt. Dessa utläggningar belyser resultatet från kapitel ett på ett mera differentierat sätt.

I det följande tillämpas naturvetenskaplig kunskapsteori på informatiken. För detta syfte väljes en dubbel ingång: deduktivt utgående från kunskapsteoretiska ansatser (kapitel 3) och induktivt med utgångspunkt från informatikens fenomen (kapitel 4).

Kapitel 3: *Kunskapsteoretiska positioner* med särskilt värde för bedömning av informatikens fenomen presenteras. Dessa positioner indelas enligt deras uppskattning av mänskliga kunskapers kvalitet.

Poppers tre-världars-teori urskiljer ontologiskt tre existensnivåer av kunskapsföremål: natur, mänskligt medvetande och kultur. Den tjänar som utmärkt kategoriseringsschema (indelningsmedel) för olika kunskapsteoretiska uppfattningar.

Den *kritiska realismen* betraktar den empiriska världen som approximativt tillgänglig för kunskapen, varvid inskränkningar följer av de mänskliga kognitiva (kunskapsförvärvande) processernas särskilda egenskaper och omständigheter [betingelser].

Den *evolutionära kunskapsteorin* framställer en biologisk interpretation av Kants transcendentala kunskapsteori: Den evolutionära kunskapsteorin motiverar mänskliga kunskapers verklighetsnärlighet med människans fördelar under evolutionen i det förflutna. Om hennes kognitiva apparat vore oduglig, skulle homo sapiens inte ha överlevt som biologisk species. Men vad som är nyttigt i evolutionen, behöver inte vara fördelaktigt för bildandet av formella modeller. Speciella förhållningssätt, som anses vara skadliga inom vissa områden (t. ex. inom informatiken), kan förklaras ur kognitiva strategier, människan lärt sig under evolutionens förlopp.

Varje kunskapsteoretisk ansats har sitt särskilda förklaringspektrum. För att bedöma ett konkret fenomen, måste man använda den enklaste lämpliga ansatsen. Denna tes formuleras som kunskapsteoretisk *trappstegsmodell*.

Kapitel 4: Med utgångspunkt från flera exempel förklaras *informatikens utvalda fenomen* på basis av de nämnda kunskapsteoretiska ansatserna. Därur framgående förslag till lösning, nyttoeffekt och följder för informatiken diskuteras. [...]

Det rör sig om frågeställningar som t. ex. den följande: Varför är utvecklingen av nya och bättre modelleringsmetoder och -verktyg ett alltid aktuellt forskningsobjekt inom datavetenskapen? Upp till vilken nivå kan de annu förbättras? Är sökandet slut med objektorienterade teknikens utveckling?

Kunskapsteorins resultat grundas på principiell undersökning av observations- och modelleringsprocesser, som generellt karakteriserar skälen och sättet för det oundgängliga spänningsförhållandet mellan realitet och modell.

Fenomenen indelas i följande klasser: Den mänskliga kunskapsförmågans speciella egenskaper och deras följder för kunskapsobjektens definition och kunskapens kvalitet, kunskapsobjektens egenskaper, kunskapssubjektens egenskaper, interaktioner mellan båda vid observationer.

Det finns inget koncist formulerat totalt resultat, utan många nyttiga delresultat. Kvintessensen lyder att vetandet om kunskapsteoretiska sammanhang nog inte upphäver de principiella kunskapsteoretiska problemen, men i betydande grad reducerar deras ovälkomna följder.

1. Vilket sammanhang finns det mellan naturvetenskapligt orienterade kunskapsteoretiska ansatser och informatiken?

Beträffande de essentiella empiriska kunskapsförvärvande metoderna överensstämmer informatik och naturvetenskap

För att göra naturvetenskapligt orienterade kunskapsteoretiska ansatser användbara för informatiken, måste man åstadkomma en förbindelse mellan den och naturvetenskaperna:

- naturvetenskaper är empiriska vetenskaper
- informatiken kan uppfattas som empirisk vetenskap.

Trots den empiriska synvinkeln hävdas inte någon radikal naiv empirism (dvs uteslutande erfarenheten avgör påståendenas sanning), utan de kognitiva processerna vid observation och modellbildning undersöks differensierat (3.2.5).

1.1 Tes

Informatiken kan - åtminstone på väsentliga delområden - uppfattas som *empirisk vetenskap*. Denna åsikt motiveras nu i flera steg.

1.2 Vilken förståelse av informatiken lägges till grund?

Följande interpretation anser jag som en utgångspunkt, man kan komma överens om:

Informatiken har till uppgift att *optimera informationsbehandlande processer* i företag, utan att förstöra det enskilda företags individualitet. Optimeringen genomförs (i huvudsak) med, men även utan insats av informationsteknik. Den omfattar bl. a. områdena *affärsprocessoptimering* och *utveckling av företagsinformationssystem*.

1.3 Vilka är de empiriska vetenskapernas essentiella metoder?

Jag tror att jag - hos många läsare - kan förutsätta en intuitiv föreställning av naturvetenskaplig eller allmänt empirisk metodologi, så att jag inte behöver utbreda mig mera här (mera exakt i det 2:a kapitlet).

Formella modeller är de väsentliga formerna för kunskap inom empiriska vetenskaper. De metoder, som leder dit, är observation, modellbildning och modellformalisering. Därför rekommenderas att undersöka informatiken i den riktningen.

1.4 Informatiken och metoder inom empiriska vetenskaper

1.4.1 Varför har informatiken att göra med observationer?

Informationsbehandlande processer i företag (affärsprocesser) kan - beroende på företag och företagsområde - uppvisa stor individualitet, som ofta bildar grundvalen för företagens livsduglighet. Med den ovannämnda interpretationen till informatiken följer: Att implementera givna företagsmodeller i utvecklade affärsstrukturer räcker inte till för formalisering, utan man måste differentiera i två steg:

- 1 En optimering (dvs formalisering) av affärsprocesserna måste först genomföras (för att fullt utnyttja den organisatoriska förbättrings- och *standardiseringspotentialen*).
- 2 I det andra steget måste man registrera de resterande resp. *företagsindividuella särdragen* för att anpassa ett företagsinformationssystem.

Båda stegen behöver för bli framgångsrika en exakt *nulägesbeskrivning*. Denna kräver en noggrann observation av de informationsbehandlande processerna genomförd av anställda eller externa konsulter.

1.4.2 Varför har informatiken att göra med modeller?

Man kan vid nulägesbeskrivningen inte beakta (observera och registrera) varje specifik utprägling av en informationsbehandlande process (t. ex. affärsprocessen som blev startad av ordern med numret 4711) utan måste utreda *generella affärsprocessstrukturer* och lagar (t. ex. den av en bestämd ordertyp startade affärsprocessstrukturen). Sådana generella utsagor konstituerar modeller

1.4.3 Varför har informatiken att göra med formella modeller?

Modeller beskrivna i ett naturligt språk kan inte användas inom informatiken, eftersom en dator (hårdvarubasen till ett företagsinformationssystem) som en formell maskin inte förstår utsagor [påståenden] på naturligt språk:

”Om man överför denna aktivitet (sysselsättningen med begrepp) till maskiner, som bara känner till logiken, men inte till hermeneutiken, alltså inte till någon metod att förstå, måste tolkningsspelrummet reduceras till noll.” (Wedekind 1980, 1269)

Instruktioner för en dator måste - även vid mycket bekväma programmeringsverktyg - föreligga slutligen på ett formellt språk (varje *programmeringsspråk* är ett sådant). På grund därav behöver datavetenskapen oundgängligen formella modeller som basis för *mjukvara* (datorprogram).

Inom software engineering avslutar formella modeller med olika formaliseringsgrad (designkoncept, kravspecifikation etc) den analytiska fasen (problemanalys), som framställer informatikens centrala kognitiva process. Formella modeller fungerar som gränssyta till den syntetiska fasen (realisering) och som juridisk kontraktbas mellan användare och utvecklare.

Tesens (1.1) motivering är nu avslutad och sammanfattas.

1.5 I vad mån kan informatik och naturvetenskaper jämföras?

Inom *naturvetenskaperna* upprättas formella modeller på basis av observationen av enskilda naturliga fenomen via modellbildande processer. De formella modellerna krävs för en matematisk beskrivning av naturens egenskaper och tjänar både för ett bättre förståande av dessa fenomen och som basis för en bättre förutsägelse av liknande fenomen.

Inom *informatiken* framställs formella modeller på basis av observationen av enskilda exemplar av informationsbehandlande processer i företag via modellbildande processer. De formella modellerna krävs för bildandet av designkoncept för implementeringen av företagsinformationssystem på datorer, betraktade som formella maskiner, och används både för att optimera dessa informationsbehandlande processer och som referensmodeller för optimeringen av liknande informationsbehandlande processer i liknande företag.

	naturvetenskaper	informatik
undersökningsobjekt	naturens fenomen	informationsbehandlande processer i företag
undersökningssätt	observation	observation
observationsresultatens utnyttjande	modellbildande process	modellbildande process
den modellbildande processens resultat	formell modell: formel	formell modell: informationsflödes-, affärsprocessmodell
omedelbart syfte	matematisk beskrivning	bildande av designkoncept för informationssystem
medelbart utnyttjande	förklaring, förstående	optimering av informationsbehandlande processer
överförbarhet	förutsägelse	referensmodeller

Genom denna grova parallelisering åskådliggörs än en gång:

De tre utslagsgivande metoderna, som informatik och naturvetenskaper har gemensamt, är de centrala kunskapsförvärvande metoderna inom empiriska vetenskaper:

observation, modellbildning, modellformalisering.

Den sålunda visade *jämförbarheten* av de empiriska metoderna inom informatiken och inom naturvetenskaperna är central för mina funderingar och rättfärdigar en vidare sysselsättning med empirisk (särskilt naturvetenskapligt orienterad) metodologi liksom en undersökning av informatikens frågeställningar med hjälp av en naturvetenskapligt orienterad kunskapsteori.

Jag anser denna undersökning vara synnerligen nödvändig och mycket effektiv. Den visar bakgrunden till många fenomen och kastar nytt ljus över dessa fenomen. Om jag är av den nämnda åsikten, då måste jag även försöka besvara frågan, varför man inte oftare ägnar sig åt kunskapsteorin inom informatiken.

1.6 Varför fokuserar forskningen inom datavetenskapen inte på någon medveten, explicit kunskapsteoretisk diskussion?

1. Datavetenskapen är en ännu inte konsoliderad, *relativt ung vetenskap*, bedriver knappast grundforskning, utan orienterar sig mer mot den omedelbara praktiska nyttan och mot användbarheten av det uppnådda resultatet (aktuella uppgifter, genomförbarhetstänkande, teknikpragmatism).

2. Den tillämpade datavetenskapen befattar sig inte sällan med *mycket starkt preformaliserade* objektområden, varvid spänningen mellan verklighet och formell modell naturligtvis inte blir så uppenbar (4.2.2).

Exempel: uppgifter inom den numeriska matematiken och inom företagsbokföringen.

Diskrepansen mellan verklighet och modell och därför även nödvändigheten av en kunskapsteoretisk diskussion blir först medveten och påtaglig, då föga formaliserade resp. helt oformaliserbara objektområden skall formaliseras.

3. Den tillämpade datavetenskapen uppfattas ibland förenklat som *ren hjälpvetenskap* (ifrån två synpunkter: av sig själv och av tillämpningsområdet, domänen), som överför ansvaret för modellernas kunskapsteoretiska bedömning på tillämpningsområdet och befattar sig själv bara med bearbetningen av modellerna för datoranvändningen.

2. Hur ser de kunskapsförvärvande metoderna observation, modellering och modellformalisering ut inom empiriska vetenskaper?

Grundläggande funderingar över empiriska vetenskapers metodologi

Eftersom informatiken enligt min tes (1.1) kan betraktas som empirisk vetenskap, är kapitlet 2 tillägnat grundläggande funderingar över empiriska vetenskapers metodologi (läran om de kunskapsförvärvande förfarandena). Därigenom blir tesen mera precist och fördjupat förklarad. Eftersom jag här utgår från en kunskapsteoretiskt relativt naiv ståndpunkt, blir det möjligt att ge en komprimerad överblick.

2.1 Observationer

2.1.1 Vilka observationsobjekt observeras och hur observerar man dem?

Fenomen (företeelser), som kan observeras med den mänskliga sinnesförmågan resp. med mer eller mindre komplicerad teknisk utrustning (t. ex. med mätinstrument).

2.1.2 Hur väljer en observatör de fenomen, som han vill observera?

Ett fenomen, som ska observeras, väljs ut aktivt, avsiktligt och *målinriktat*, eventuellt framkallas ett fenomen även speciellt för detta ändamål (det kallas *experiment*). Observation sker varken passivt, godtyckligt eller av en tillfällighet.

2.2 Vetenskapliga modeller och deras förvärvande

2.2.1 Varför måste man gå utöver enskilda observationer inom empiriska vetenskaper?

Inom empiriska vetenskaper vill man förvärva kunskaper, som tillåter - för klasser av likartade fenomen i ett objektområde - att ge bättre *förklaringar* och att göra *förutsägelser* (prognoser). Därför att man inte kan speciellt observera varje tänkbart enskilt fenomen, måste man gå en annan väg.

2.2.2 Vad slags kunskaper uppnås med utgångspunkt från enskilda observationer?

Med utgångspunkt från likartade, jämförbara, som representativt betraktade, enskilda fenomen inom ett speciellt objektområde försöker man att uppnå *allmänna lagar* och sammanhang (utsagor, satser, regler). Det ska vara möjligt att via deduktion härleda förutsägelser om andra speciella fenomen av likartat slag.

Ett objektområdes allmänna lagar är former av vetenskaplig kunskap och kan kallas "*vetenskapliga modeller*" (nomenklaturen är inte entydig; även ordet "*teori*" används ofta; skillnader mellan båda uttrycken anser jag vara sofistisk (= spetsfundig, hårklyveri).

Utvecklingen av vetenskapliga modeller förutsätter en *vetenskaplig modelleringsavsikt*.

Vetenskapliga modeller kan uppvisa *olika* storlek och *komplexitet* (t. ex. enkla matematiska formler visavi företagsdatamodeller).

2.2.3 Inom parentes: Modellbegreppets differentiering: Vilka förstadier av vetenskapliga modeller kan man urskilja?

Beskrivning på ett naturligt språk har automatiskt modellkaraktär pga språkets klassifikatoriska egenskaper (benämning, klassbildande), utan att det behöver finnas en särskild modelleringsavsikt. Jag kallar dem *premodeller*.

Dessutom måste man nämna *ickevetenskapliga modeller* (t. ex. modelljärnväg, modellbil, docka, lekdjur), varvid det nog finns en modelleringsavsikt, men ingen specifikt vetenskaplig.

2.2.4 Hur upprättar man vetenskapliga modeller utgående från särskilda observationer?

Förvärvet av generella utsagor förutsätter *abstraktion* av det enskilda fenomenets accidentier (tillfälligheter) och idealtypiseringar. *Induktionen*, som slutligen leder till generella utsagor, är en kreativ mänsklig akt. Därför finns det inga vetenskapliga modeller utan människan är modellutvecklare. Induktion innebär tankesträng, idé, snilleblix och är inte objektiviserbar. Detaljer går knappast att förklara eller följa på ett medvetet sätt.

Exempel: Den ålderstigne fysikern Friedrich Hund (1896-1997) gav som svar på frågan om hur han kom på sin regel om elektronkonfigurationer i inte avslutade atomsfärer: ”genom att stirra på spektr”. Det skedde vid en gästföreläsning jag deltog i omkring 1980.

2.2.5 Hur verifieras och korrigeras vetenskapliga modeller?

Induktionsfrågan lyder alltid: Ur vilken allmän utsaga kan man härleda de ursprungliga observationsresultaten (dvs utgångspunkten)? Men ur ett induktionsresultat (en vetenskaplig modell) kan man inte bara deducera de ursprungliga observationsdata (modellens utgångspunkt) utan göra vidare påståenden (förutsägelser), som tillåter kontroll av modeller med hjälp av målinriktade observationer (jfr. *Korrespondensteoris* användning för att förklara sanningsbegreppet).

Modellbildning (induktion) och modelltest (deduktion) genomförs iterativt i ett kretslopp. Den kallas *maieutisk cykel* (enligt det gammalgrekiska ordet för förlossningslära):

1. En modell utvecklas/modifieras induktivt genom en kreativ akt.
2. På deduktiv väg härleds förutsägelser ur modellen, och experiment koncipieras (designas) för att kontrollera dem (och därigenom också modellen).
3. Experimenten genomförs.
4. De nya observationsdata interpreteras, jämförs med förutsägelseerna, värderas och klassifieras.

(1./3. empiristisk del, 2./4. rationalistisk del; se 3.2.5)

Detta tänkande är grundvalen för Poppers *falsifikationism/fallibilism* (3.2.4): En modell har jämförelsevis få observationer som utgångspunkt och kan även användas på enskilda fenomen, som inte har använts som dess utgångspunkt (matematiskt genom att utvidga definitionsområdet). Därför kan det principiellt alltid inträffa ett enskilt fenomen, som falsifierar (vederlägger) modellen via *modus tollens* (upphävande/förnekande).

Exempel: Påståendet, att alla svanar är vita, kan gälla som riktigt, tills en svart observeras.

2.2.6 Är vetenskapliga modeller entydiga?

Pga den induktiva snilleblixten och den icke entydigt besvarbara induktionsfrågan är det alltid möjligt att upprätta *olika modeller* av ett objektområde. De möjliga förhållandena mellan olika modeller av ett och samma objektområde kan jag inte förklara här.

2.2.7 Beskrivning av modeller

2.2.7.1 Hur beskrivs vetenskapliga modeller?

Modeller har - från en vetenskaplig synpunkt - bara då ett värde, om de är *språkligt* beskrivna. Bara på detta sätt kan de omtalas för andra, bara sålunda är de offentliga, följbara, reproducerbara, diskuterbara och därför vetenskapligt användbara.

På ett trivialt sätt kan modeller alltid formuleras *på ett naturligt språk* (svenska, tyska, engelska). Bredvid naturliga språk kan även *formella språk* (2.3.2) användas för modellbeskrivningen.

Formella språk i trängre bemärkelse är vanligen matematikens och logikens språk. I vidare bemärkelse kan man - inom datavetenskapen - även inordna programmeringsspråk och olika grafiska beskrivningsteknikers syntaxer (som t. ex. beslutstabeller, ER-grafiker, OO-grafiker, tekniska ritningar) under denna term.

2.2.7.2 Hur skiljer man mellan naturliga och formella språk?

Denna fråga kan här inte undersökas i detalj. Jag nämner bara tre skillnader, som är väsentliga i detta sammanhang.

Pga sin oskärpa är *naturliga språk* inte lämpliga för exakt modellbeskrivning i många vetenskapsdiscipliner:

1. pga av det metaforiska ("överförd") ordbruket och ordsemantikens breda spektrum följer som normalt fall: ordens mångtydighet (polysemi, homonymi) som blir desambiguerad (entydig) först genom kontexten
2. ordsemantikens principiella diakroniska instabilitet
3. betoningsberoende satssemantik (subjekt-predikat-ordningsföljd även för frågor)

Men naturliga språk har redan vissa *formaliseringsansatser* (*preformella* egenskaper):

1. standardordsemantiker, grundbetydelser
2. en viss diakronisk stabilitet (man förstår gamla texter än idag)
3. standardsatssemantiker (subjekt-predikat-ordningsföljd bara för utsagor)

Om man behöver mera precisa, mera koncisa (mera ekonomiska), mera pregnanta och mera eleganta modellbeskrivningar, måste man tillgripa *formella språk* eller konstruera sådana speciellt. Naturliga språk bildar grundvalen för konception/konstruktion av formella språk (trots sina formella bristfälligheter). I avsaknad av naturliga språk och deras formaliseringsansatser skulle människan inte ha kommit på idén att utveckla formella konstgjorda språk. I motsats till naturliga språk karakteriseras formella språk genom

1. entydig ordsemantik, inga ambiguiteter (polysemier, homonymier), väldefinierade terminologi-bildningar
2. tidsberoende stabilitet av ordsemantiker genom konventionalisering
3. av satsdelarnas följd entydigt bestämd satssemantik

2.3 Vetenskapliga modellers formella optimering

2.3.1 Formell optimering av vetenskapliga modeller: varför? hur? alla?

Den formella optimeringens *didaktiska mål* är förbättringar av begriplighet i efterhand, klarhet, kontrollerbarhet och diskuterbarhet.

De *syntaktiska målen* är förhöjd estetik, elegans, pregnans och ekonomisering (korthet, komprimering, koncentration) av beskrivningen.

Den formella optimeringen av vetenskapliga modeller sker i *tre steg*:

1. Formalisering: formulering på ett formellt språk
2. Matematisering: etablering av matematisk korrekthet
3. Axiomatisering: etablering av redundansfrihet (frihet från allt överflöd).

Efter det första steget har man en formell modell, efter det andra en matematisk och efter det tredje en axiomatiserad modell.

Även andra modeller än formella modeller är vetenskapliga. Det beror på resp. *objektområde* och på *modelleringssyfte*, om en formalisering är sinnrik. Därför är syftet inte att formalisera varje modell. [...]

Exempel: Litteraturvetenskapliga modeller är knappast lämpliga för formalisering.

2.3.2 Under vilka villkor kan man översätta från naturligt till formellt språk?

Alla utsagor kan inte tolkas i ett formellt språk. Formella språk är långt ifrån de naturliga språkens uttrycksmöjligheter. Ett formellt språk kan bara beskriva de fenomen, som kan formaliseras (beskrivas på ett formellt språk). Konsekvens: *Formaliserbarhet beror på resp. objektområdets egenskaper*. Dessutom kan inte varje objektområde formaliseras i samma omfång (4.2.2).

Exempel: Satsen ”Det här trädets blad rörs i vinden” kan inte formaliseras.

2.3.3 Varför formaliseras modeller?

Formaliseringen är det första steget till den formella optimeringen av vetenskapliga modeller. Resultatet är en *formell modell*. Skäl därför är:

1. Användningen av *formellt språk* har de i 2.2.7.2 nämnda fördelarna.
2. En beskrivning på ett formellt språk tvingar till *mera precist tänkande* än på ett naturligt språk, därför att ett naturligt språk normalt alltid förorsakar vissa oklarheter i tänkandet även vid disciplinerad användning (utan avsikt).
3. Formalitet underlättar *matematiseringen* av en modell betydligt (2.3.4).
4. Ett pragmatiskt skäl för formaliseringen kan även vara, att den ska användas som basis för ett *datorprogram* inom den tillämpade datavetenskapen (1.4.3).

2.3.4 Varför matematiseras formella modeller?

Matematisering är det andra steget i formell optimering. Slutprodukten är en *matematisk modell*. Formalitet implicerar inte logisk konsistens och är i så måtto prematematisk. Därför förfinas formella modeller ytterligare, för att uppnå *matematisk korrekthet*. Den omfattar:

1. *Konsistens*: Modellen innehåller inga interna motsägelser (inkonsistenser).

2. *Explicitet*: Ingenting (med undantag av axiom, 2.3.5) förutsätts som självklart. Det finns inga implicita antaganden och förutsättningar, som antas som intuitivt klara.

Om en formell modell består bara av en enda matematisk formel, så är det samtidigt en matematisk modell på ett trivialt sätt. Matematiseringseffekten kan först skönjas vid mera komplicerade modeller.

2.3.5 Varför axiomatiseras matematiska modeller?

Det tredje steget i en formell modelloptimering leder till en *axiomatiserad modell* och sker genom explicit axiomatisering. Påståenden av en matematisk modell återförs på axiom, dvs grundläggande sats, som inte kan bevisas som primära antaganden. Därigenom ökas ekonomin (knappheten) i en matematisk modell vidare och uppnås *redundansfrihet* (inget axiom kan härledas ur de andra).

Exempel: En entity-relationship-modell är formell, men inte axiomatiserad. Den matematiska optimeringen sker genom konstruktion av en modell i tredje normalform (inte bara för relationala databaser!). Normaliseringskalkylen reducerar okontrollerade redundanser till kontrollerade.

2.3.6 Vilket slags matematik behövs vid formalisering och matematisering av modeller?

2.3.6.1 *Kreativ* visavi reproduktiv

En kreativ matematik upprättar väldefinierade nya terminologidefinitioner (i form av begrepps-axiom) för hittills inte eller bara delvis formaliserade (matematiserade) objektområden och utväljer lämpliga matematiska koncept för vidare beskrivning. Rent reproduktiv matematik, som inskränker sig till användningen av definitioner, sats och räknepreskriptioner, räcker inte till för formalisering av modeller (2.3.6.3).

2.3.6.2 *Verklighetsorienterad* visavi spekulativ

Matematiska modeller orienterar sig mot verkligheten, som vanligtvis inom den tillämpade matematiken och vid Hilberts axiomsystem (planets euklidiska geometri) och Peanos axiomsystem (naturliga tal). Det finns inget godtyckligt, spekulativt upprättande av axiom.

2.3.6.3 *Enkel* visavi komplex

Inom informatiken används bara helt specifika - ofta besläktade med naturliga språk - enkla matematiska koncept, t. ex. funktion, kartesisk produkt, ekvivalensrelation. Djupt liggande (och därmed krävande mycken förkunskap) matematiska koncept kommer inte till användning.

2.4 Vilket förklaringsvärde har matematiska modeller?

De beskriver fenomenens *matematiska egenskaper* på ett detaljerat sätt och tillåter förutsägelser. Försåvitt har de ett förklaringsvärde. Men de kan inte förklara något om mekanismen bakom deras verkan.

”Physics is mathematical, not because we know so much about the physical world, but we know so little: it is only its mathematical properties that we can discover.” (Russell 1927, 163)

Denna tanke vidare utvecklas i 4.1.1 (funktionella modeller).

Exempel: Med det fria fallets matematiska beskrivning kan man beräkna falltider, men får ingen upplysning om gravitationens verknings sätt, alltså hur jorden bär sig åt för att attrahera en kropp.

3. Vilka kunskapsteoretiska ansatser tillåter ett nyttigt besvarande av informatikens kunskapsteoretiska frågor?

Kunskapsteoretiska ansatser med relevans för informatiken

3.1 Vilka existensnivåer för kunskapsobjekt är tänkbara?

Urskiljning enligt kunskapsobjektet (ontologiskt)

Poppers tre-världars-teori

Den är en framstående kunskapsteoretisk modell, som samtidigt bildar ett framstående kategoriseringsschema för olika kunskapsteoretiska ansatser (3.2). I sin bok "Objektiv kunskap" (1973, 158 ff.) urskiljer Popper tre olika existensnivåer för kunskapsföremål (kunskapsobjekt, objektområden). Till var och en hör ett särskilt existenssätt (sätt att vara).

3.1.1 De tre världarna i Poppers tre-världars-teori

3.1.1.1 Värld ett: "natur", naturligt universum, "verklighetens" värld

Värld ett definieras som *den empiriska världen av sinnligt förnimbara objekt*. Den omfattar den naturgivna fysikalisk-kemisk-biologiska världen liksom den social-ekonomisk-tekniska världen, som för en naiv observatör tycks vara naturgiven, men är präglad av människan (t. ex. konkreta affärsprocesser).

3.1.1.2 Värld tre: "kultur", diskursivt universum, värld av föreställningar/modeller

Värld tre definieras som *den begreppsliga världen av andligt förnimbara objekt*, av tänkandets reella och potentiella objekten (t. ex. frågor om matematiska storheters egenskaper, som framgår ur deras definition). Trean är den (oavsiktliga) produkten av den mänskliga andens historia (av det mänskliga tänkandet), alltså en konstruktivistisk skapelse av människan (i motsats till det platoniska förståelsen av en preexistent idévärld, som man bara kan påminnas om via anamnesis). Trean kan omtalas språkligt och omfattar (platoniska) idéer, kulturella begrepp, språk (som grundläggande beskrivningsraster för ettan), bibliotekens innehåll, problembeskrivningar, kritiska argument, observationsraster, abstrakta föreställningar, matematiska storheter, matematiskt sanna och falska påståenden, varje slags modeller inom empiriska vetenskaper (t. ex. fysikaliska formler, företagsdatamodeller).

Från en synkronisk synpunkt är treans innehåll pluralistiska, heterogena, månglagriga, inkoherenta (t. ex. oförenliga modeller) och logiskt inkonsistenta. Från en diakronisk synpunkt är värld-3-elementen tidsmässigt dynamiska (instabila) och diskontinuerliga (ej kompatibla uppåt). Från denna situation kan uppstå hemmagjorda *aporier* (olösbara motsägelser).

Värld-1-3-dikotomin är känd sedan den klassiska antiken. Popper utvidgar den med

3.1.1.3 Värld 2: "mänskligt individuellt medvetande"

Värld två definieras som individens subjektiva, personliga, andlig-psykiska handlings- och upplevelsevärld. Varje individ har sin egen värld två. Den omfattar författningar av medvetandet och dispositioner till handlingar liksom icke-språkliga värld-1-"bilder", deras språkliga beskrivningar (trean) och språkliga värld-3-"aktiveringar" (individuella kunskaper

och världsåskådningar), som alla interagerar och interfererar med varandra (3.1.2). Med föreställningen av ”bilder” interpreterar jag Popper redan.

3.1.2 Relationer emellan Poppers tre världar

3.1.2.1 Vilka relationer finns det emellan värld 1 och värld 2?

Ettan är tillgänglig för människan via icke-språkliga värld-1-bilder, som förmedlas genom i förväg omedvetet abstraherande och filtrerande sinnesförnimmelse och fattas språkligt genom värld-3-koncept/element.

3.1.2.2 Vilka relationer finns det emellan värld 2 och värld 3?

En enskild människa kan inte personligt utföra andeshistorians hela utveckling (fylogenes) i sin ontogenes i efterhand, alltså skapa trean på nytt. Därför konfronteras hon med utvecklingens resultat (nämligen treans element), måste delvis tillägna sig dem (t. ex. om hon lär sig ett språk) och skapa egna värld-3-aktiveringar. Därmed är trean ingen fiktion för den enskilda människan, utan faktiskt existerande, om än på ett annat sätt än ettan. Eftersom trean omfattar även tänkandets potentiella föremål (3.1.1.2), har den en viss autonomi. På så sätt transcenderar trean sina skapare och återverkar på deras tänkande (tvåan).

Omvänt bidrar varje enskild människa till treans förändring genom att omtala sina värld-3-skapelser för andra, t. ex. genom en speciell terminologisk definition vid modellbildningen och överhuvudtaget genom upprättandet av modeller.

3.1.2.3 Vilka relationer finns det emellan värld 1 och värld 3?

I båda riktningarna finns det bara en indirekt relation, förmedlad via tvåan. Människan (tvåan) kan använda teorier från trean för att (om)gestalta sin livsvärld, t. ex. tekniska kunskaper, socialekonomiska organisationsformer, matematiska strukturer (t. ex. bokföring). Omvänt påverkar ettan trean, därför att människan konstruerar alltid nya beskrivningsstorheter för sin förståelse av ettan.

3.1.3 Hur kan man inordna modellbegreppet i Poppers tre-världars-teori?

Människan använder både redan förhandenvarande och nytt skapade koncept av trean (*metanivå*) som *beskrivningsstorheter* (*kunskapsstorheter* resp. *formalkategorier* vid formella modeller) för *immanenta storheter* (*realkategorier*) av ettan (*objektnivå*). I detta sinne är modeller mer eller mindre komplicerade beskrivningsstorheter, som består av enkla värld-3-koncept (språkliga element). Modeller används för att förstå ettan.

Trean ställer många slags beskrivningsstorheter (observationsraster, interpretationsmönster, abstraktioner och filter i form av förhandskunskap resp. fördomar) till förfogande. Därigenom stödjer trean å ena sidan ettans språkliga beskrivning, men påverkar den å andra sidan också starkt.

Pga den stora mångfalden av verkliga och möjliga beskrivningsstorheter bildar modeller inte någon enhetlig, genomgående del-existensnivå inom trean, utan en högradigt differentierad struktur: Den omfattar samtidigt totalt olika abstraktionsnivåer (t. ex. structured-analysis-nivåer) med interferenser, överlappningar, återkopplingar och hierarkier. Varje reell modell kan återigen fungera som förlaga till en mera abstrakt modell. Dessa tankegångar fortsätts i 4.1.

3.1.4 Poppers konsekvenser från hans tre-världars-teori

Jag delar Poppers åsikt avseende ettans kunskapstillgängligheten, nämligen en kritisk realism i form av en kritisk rationalism (falsifikationism/fallibilism), och ska utveckla den vidare i det 4:e kapitlet. Men jag kan inte acceptera Poppers starkt objektivistiskt värdering av trean, varvid han även antar kunskap utan ett kunskapsförvärvande subjekt (Popper 1972, 112). Beträffande detta lutar jag åt en måtfull konstruktivism (i motsats till en radikal; den förre bör inte förväxlas med den logiska konstruktivismen (= konstruktiv vetenskapsteori); dock detta endast för fullständighetens skull).

3.2 Vilka kunskapsteoretiska ansatser är relevanta för empiriska vetenskaper, i synnerhet för informatiken?

Kritisk realism och evolutionär kunskapsteori

Olika kunskapsteoretiska positioner skiljer sig genom det sätt på vilket de tar ställning till vissa grundfrågor om den mänskliga kunskapens kvaliteter. Dessa beslutsdimensioner lämpar sig bra för indelningen av 3.2. Vid mina utläggningar utlämnar jag på förhand ansatser, som är olämpliga för empiriska vetenskaper (och därför också för informatiken), och betraktar bara löftesrika och pedagogiskt lätt förklarbara.

3.2.1 Vilken av Poppers tre existensnivåer är kunskapstillgänglig?

Eftersom informatiken har att göra med ettans kunskapsobjekt (företag), behöver man en ansats, som anser dessa för kunskapstillgängliga, nämligen *realismen* (dock bara en speciell variant).

3.2.2 På vilket sätt är världen 1 kunskapstillgänglig?

Ettan är för människan bara indirekt tillgänglig, nämligen via aktiv - redan på omedveten, icke-språklig nivå interpreterande och filtrerande - sinnesförmimelse och språklig beskrivning med värld-3-koncept (4.1.1). Denna uppfattning företräder *den kritiska realismen* och *den evolutionära kunskapsteorin* (en speciell version av den kritiska realismen). Den andra positionen försvagar konsekvenserna av denna ståndpunkt litet: Under evolutionens förlopp utvecklar sig människans kunskaps-förvärvande strukturer i enlighet med och anpassat till förmimelsens modaliteter; därför är de förra inte totalt utlämnade åt de senare. Den naiva realismen med sitt antagande av ettans direkta kunskaps-tillgänglighet via en passiv, enbart fotograferande och troget reproducerande sinnesförmimelse ignorerar sinnes- och neurofysiologiska forskningsresultat.

3.2.3 Hur bra och i vad mån är värld 1 kunskapstillgänglig?

En för informatiken användbar ansats måste åtminstone anta en approximativ kunskapstillgänglighet av ettan, liksom *den kritiska realismen* gör det. *Den evolutionära kunskapsteorin* motiverar denna ståndpunkt med argumenteringen, att människan inte skulle ha överlevt under den biologiska evolutionen, om hennes kunskapsförvärvande strukturer vore odugliga och hon inte ens kunde fatta ettan på ett approximativt sätt: Den mänskliga "världsbildapparaten" (Lorenz) kan inte tillåta sig några existenshotande misstag. Det faktum att ettan inte är fullständigt och naivrealistiskt tillgänglig till mänskligt kunskapsförvärv, följer ur förvrängningen genom interpreterande, kognitiva processer.

3.2.4 Är säker objektiv kunskap om värld 1 möjlig?

Induktionens snilleblixtar och förmimelsens förvrängningseffekter förbjuder radikal objektivism. Ren relativism, som schablonmässigt och odifferentierat förnekar säker objektiv kunskap, är likaså inte lämplig för informatiken. Det rekommenderas att anta

möjligheten av en approximativ, allt efter objektområdet olikt säker kunskap, liksom Poppers falsifikationism/falliblist (kritisk rationalism, 2.2.5) gör det. Den är en särskild utprägling av *den kritiska realismen*. Den nämnda ståndpunkten leder till ett sanningsbegrepp, som alltid är bara definierbart med hänsyn till en särskild referensram.

3.2.5 Vilken kunskapskälla bestämmer över sanningen hos påståenden?

Den naiva rationalismen nämner endast förnuft och deduktion som beslutskriterier för sanningen hos påståenden, den naiva empirismen endast erfarenhet och induktion. Det faktum, att ingendera ståndpunkt är riktig, visar samspelet mellan empiriska och rationalistiska komponenter vid den redan beskrivna maieutiska cykeln (2.2.5) och vid interaktionen av Poppers tre världar (3.1.2, 4.4):

1. Observationsraster (förnuft) påverkar utvalet av observationsobjekt, observationer och observationsinterpretationer.
2. Observationer (erfarenheter) förändrar observationsraster.

Kant försökte att sammanföra båda ståndpunkterna. Hans transcendentala kunskapsteori (transcendental idealism) åstadkom den så kallade *kopernikanska vändningen* av metafysiken med tesen: "Kunskapen orienterar sig inte mot objekten, utan objekten mot kunskapen." Mera modernt formulerat: "Kunskapsobjekten bestäms av den mänskliga kunskapsförmågan (av hennes kognitiva strukturer)." (4.1)

Därur följer att det måste finnas grundprinciper hos mänskligt kunskapsförvärv, som inte förutsätter någon erfarenhet, som alltså är - som Kant säger - apriori(ska): Han nämner a priori ("föregivenheterna") hos åskådningen (förnimmelsen) och förståndet (tänkandet), det senare kallat för *kategorier*. Kant menar med a priori t. ex. grundprinciper i rums- och tidsåskådning och av kausalitetstänkandet. Pga detta kan hans grundtes uttryckas således: "Erfarenhetens objekt kan endast vara, vad som står under kategoriernas ordning."

3.2.6 Varifrån kommer det Kantska apriorit?

Som namnet "transcendental kunskapsteori/idealism" redan antyder, antar Kant ett övernaturligt, transcendentalt ursprung av apriorit (ideae innatae = medfödda idéer, arv). Sett från en biologisk synpunkt finner *den evolutionära kunskapsteorin* lätt ett naturligt, stamhistoriskt ursprung: Apriorit är de mänskliga sinnes-, neuro- och hjärnfysiologiska strukturerna, och denna "världsbildapparat" (Lorenz) är ett resultat av evolutionen. Apriorit av ontogenesen är aposteriorit av fylogenesen.

Den evolutionära kunskapsteorin grundades systematiskt av Konrad Lorenz (1941) med hans klassiska uppsats "Kants lära om apriorit i den nutida biologins ljus". Föregångare fanns det redan vid slutet på 1800-talet, särskilt wienerfysikerna Ludwig Boltzmann, Hermann von Helmholtz och Ernst Mach. Framstående nuvarande företrädare är i Österrike Rupert Riedl och i Tyskland Gerhard Vollmer.

3.3 Vad är karakteristiskt för kritisk realism och evolutionär kunskapsteori?

Hur är olika ansatser förenliga med varandra?

Kunskapsteoretisk trappstegsmodell

De kunskapsteoretiska ansatser, som är väsentliga för informatiken, har vi nu tagit reda på. De ska nu undersökas avseende sin förenlighet och sina särskilda förklaringsvärden.

3.3.1 Hur är de olika kunskapsteoretiska ansatserna förenliga med varandra?

Tes: Trappstegsmodell

Valet av en adekvat kunskapsteoretisk *förklaringsansats* beror på *kunskapsobjektet* och den ifrågavarande *frågeställningen* (differentierade avseende objektområden, kasuistiskt, eklektiskt). Alla tre måste passa till varandra. Man bör utvälja resp. enklaste lämpliga ansats (man ska inte göra en höna av en fjäder).

Exempel: Kunskapsproblematiken vid beskrivningen av ett hus är en kvalitativt annan än vid beskrivningen av elementarpartikler och vid beskrivningen av ett företags affärsprocesser.

I en trappstegsmodell kan bara förbindas ansatser, som är förenliga med varandra och *koherenta*. Exempel: Ej koherenta är vågsmodellen och partikelmodellen inom elementarpartikelfysiken.

3.3.2 Hur kan man karakterisera den naiva realismen?

Den är överhuvudtaget den enklaste kunskapsteoretiska ansatsen, men i alla fall tillräcklig för att hantera den fysikaliska vardagsvärlden. Men så snart man kommer in på randområden (t. ex. optiska villor), ägnar sig åt den sociala vardagsvärlden (t. ex. företag) eller betraktar elementarpartikler, ser vi snabbt att en naivrealistisk uppfattning inte räcker längre (4.1).

Den naiva realismen är alltså inte lämplig (nyttig) för frågeställningar inom informatiken. Trots detta nämnar jag här den naiva realismen pga två skäl:

1. Den är den enklaste, för vardagen lämpliga ansatsen i denna trappstegsmodell.
2. Man finner den tyvärr utspridd hos naiva datavetare, och gatuförsäljarna för moderna modelleringstekniker utsprider den. (Det vänder sig - nota bene - inte emot objektorientering och CASE-verktyg, utan bara emot felaktiga uppskattningar av deras värde och av deras möjligheter.)

3.3.3 Hur kan man karakterisera den kritiska realismen?

Den är en koherent, uppåt kompatibel utvidgning av den naiva realismen. Man kan konstatera en nära förbindelse till den kritiska rationalismen (falsifikationismen / fallibilismen). En differentierad ståndpunkt mellan de hårda ställningstagandena (3.2.4) hos en radikal naiv objektivism och en radikal naiv relativism är karakteristisk för den kritiska realismen.

Med utgångspunkt från elementarpartikelfysikens observationsfenomen betoner man interaktionen mellan observatör och observationsobjekt. Följaktligen förkastas en hård kunskapsteoretisk subjekt-objekt-separering (4.4).

I stället förträdes följande åsikt: Skillnader i förnimmelsen beror på skillnader i ett objektområde, som består av subjekt (observatör) och objekt (observerat föremål). Observatören är en del av objektområdet, han observerar, och observationsdispositionen kan påverka observationen.

Exempel: Doppa den vänstra handen i kallt vatten, den högra i hett vatten. Doppa sedan båda händerna i ljummet vatten. Den vänstra handen ska känna det som varmare än den högra. Skillnaden i temperaturkänsla märks under en begränsad tid.

3.3.4 Hur kan man karakterisera den evolutionära kunskapsteorin?

Den är en koherent, uppåt kompatibel utvidgning av den kritiska realismen utifrån en biologisk synpunkt. Fenomen, som den kritiska realismen bara kan notera, kan förklaras och

motiveras av den evolutionära kunskapsteorin med hjälp av dess evolutionshistoriska förståelse.

En principiell positiv inställning till det mänskliga tänkandet - pga dess hittillsvarande evolutionära succé - leder till att anta en begränsad, men relativt god approximation av världen genom mänskliga kunskaper (3.2.3). Därför betraktas mänskliga tänkandesätt mindre värderande preskriptivt-normativt, utan tvärtom deskriptivt utan värdering: Hur tänker människan pga sina förnimmelsefunktioner och hjärnstrukturer? Således kan den evolutionära kunskapsteorin förklara vissa speciella manifestationer hos tänkandet (som inom ett eller annat område betraktas som *fel*, *faror* eller *absurditeter*) ur kognitiva strukturer och beteenden, människan lärt sig under evolutionens förlopp.

Exempel: Varför är den naiva realismen den ursprungliga, primära kunskapsteoretiska uppfattningen? Människans kunskapsförmåga (som biologisk egenskap) är primärt bestämd av hennes fysikalisk vardagsvärld (Vollmers ”*mesokosmos*”), där naiv-realistiska föreställningar för det mesta räcker till. Som en följd av den mänskliga kunskapsförmågans naivrealistiska bas bildar den primära kunskapsteoretiska ståndpunkten just den naiva realismen (4.1.2).

Till följd av denna fundering kan man även säga: De kunskapsteoretiska ansatsernas spektrum och den mänskliga kunskapsförmågans spektrum kan paralleliseras.

4. Vilka fenomen inom informatiken kräver sysselsättning med kunskapsteori?

Vilka svar ger kritisk realism och evolutionär kunskapsteori?

Vilken nytta, vilka konsekvenser för informatiken följer?

Utvalda exempel, ansatser till förklaring och förslag till lösning

Efter presentationen av lämpliga kunskapsteoretiska positioner ska nu kunskapsteorins användning inom informatiken illustreras med ledning av flera fenomen. Ett enkelt kunskapsteoretiskt schema tjäner som klassifikationsraster. Liksom varje akademisk indelning förorsakar det oundgängligt överlappningar och beroenden, men jag behöver någon indelning för att systematisera de betraktade fenomenen.

4.4 interaktion vid observationen

4.3 kunskapsförvärvande

subjekt: observatör

kunskapsobjekt

4.1 konstitution

4.2 egenskaper

induktionsresultat

4.1 kunskapers kvaliteter

4.1 Vilka speciella egenskaper uppvisar den mänskliga kunskapsförmågan?

Vilka kvaliteter har mänsklig kunskap till följd därav?

Två kunskapsteoretiska dilemman: isomorfi- och isolerbarhetsproblem

Den mänskliga kunskapsförmågan (kunnigheten, möjligheterna, sätten, vägarna och omständigheterna hos mänskligt kunskapsförvärv) bestämmer *kunskapsobjekten*. (Att de inte kommer av sig själv, visste redan Kant (3.2.5).) Å andra sidan bestämmer

kunskapsförmågan indirekt också *kunskapens kvalité*, därför att människan kan bara uppnå kunskap om de kunskapsobjekt som kunskapsförmågan bestämt.

Trots att den evolutionära kunskapsteorin anser de kognitiva strukturerna tillräckligt effektiva (3.2.3), måste man - vid bestämningen av kunskapsobjekt - vara medveten om de följande båda dilemmena. De följer ur det kognitiva kravet på *komplexitetsreduktion* och medför kvalitativa särdrag av kunskapen.

4.1.1: interpretation, abstraktion, induktion → isomorfiproblem

4.1.2: (ej entydig) strukturering → isolerbarhetsproblem

4.1.1 Dilemma 1: Nödvändighet av filtrerande, interpreterande, abstraherande, induktiva kunskapsförvärvande processer: isomorfiproblem värld - modell

4.1.1.1 Fenomen

1. Varför söks ständigt nya modelleringsmetoder?
2. Varför kan inte heller objektorienterad modellering slutligen prestera det önskade och lovade, nämligen verklighetens 1:1-avbildning?

4.1.1.2 Förklaring genom den kritiska realismen

Människan behöver kunskaper om världen 1, men har ingen direkt kunskapstillgång till den, utan bara till värld-1-bilder i världen 2. Dessa uppstår genom filtrerande och interpreterande förnimmelseprocesser och beskrivs språkligt med värld-3-koncept (3.2.2) (*omedelbara kunskapsobjekt* hos värld 2 och värld 3). Dessa bilder tillåter en indirekt (den enda!) kunskapstillgång till värld 1 (*medelbara kunskapsobjekt*).

Man måste alltså överbrygga ”distansen” mellan värld 1 och värld 3. För att uppnå detta måste det ske en komplex kunskapsförvärvande process i flera steg, tills man hamnar vid vetenskapliga kunskaper:

- | | | |
|---|---|---|
| 1. filtrering och interpretation genom sinnlig förnimmelse | → | värld-1-bilder (icke-språkliga) i värld 2 |
| 2. benämning och interpretation med hjälp av det naturliga språket (återverkning av förhandenvarande värld-3-koncept) | → | språkliga beskrivningar av värld-1-bilder i värld 3 (premodeller) |
| 3. vetenskaplig modelleringsavsikt, abstraktion, induktion, terminologidefinition | → | vetenskapliga modeller |
| 4. formalisering | → | formella modeller (beroende på objektområdet; 2.3.2, 4.2.2) |
| 5. matematisering | → | matematiska modeller |

Pga förvrängningarna i de enskilda stegen följer helt naturligt en oundgänglig diskrepans, ett oundvikligt spänningsförhållande mellan modell och värld-1-objektområde, som ökar med antalet steg, och då särskilt genom formalisering. Resp. strukturkomponenter (*immanenta storheter* av världen 1 och *beskrivningsstorheter* av världen 3) behöver inte alls motsvara varandra. Denna felande strukturlikhet (isomorfi) förorsakar *isomorfi-problemet*.

[...] Om man har mycken tur, så approximerar man den ouppnåeliga isomorfin åtminstone genom homomorfi (strukturellformighet).

4.1.1.3 Förklaring genom den evolutionära kunskapsteorin

När den kritiska realismen har registrerat faktum, kan man fråga den evolutionära kunskapsteorin om en motivering.

Den mänskliga kunskapsförmågan och därför också de mänskliga kunskapernas kvalitet är bestämd av kunskapernas biologiska syfte. Det består i uppgiften, att garantera människans överlevnad i världen 1 och dess vardagshändelser och att vinna överlevnadsfördelar, och inte däri, att förstå världen 1.

Avseende evolutionen är det inte viktigt för överlevnaden att i detalj förstå världens hur (*strukturella modeller*), utan bara världens vad (*funktionella modeller*): I den senare bemärkelsen har modeller alltid kunskapsteoretiskt värde (2.4).

4.1.1.4 Ansats till förklaring för de nämnda fenomenen av informatiken

Fenomen 1: Isomorfi-problemet är principiellt olösligt och kan inte övervinnas genom någon metod (inte genom objektorienterade tekniker heller). Sådana ansatser påminner om de otaliga försöken till cirkelns kvadratur under en tid, då problemets principiella olöslighet sedan lång tid var bevisad. Modelleringsmetoder och -verktyg kan inte lösa principiella kunskapsteoretiska konflikter, därför ska man inte följa i detta avseende ytliga metodföretelser.

Fenomen 2: Reella objekt (värld 1) och entiteter resp. OO-objekt (nya namn förändrar inte fakta) står mot varandra enligt isomorfi-problemet. De senare är beskrivningsstorheter (värld 3). De *inte finns (inte upptäcks)* som immanenta storheter (värld 1) på ett naivrealistiskt sätt ”på gatan”, *utan uppfinns (tänks ut)* på ett konstruktivistiskt sätt och konstitueras genom attribut (och OO-metoder), inte bara genom namn. De är artificiellt skapade, mänskliga konstruktioner.

Metoderna ER- resp. OO-modellering behöver lämpligt definierade entiteter resp. OO-objekt som input. De kan inte göra arbetet att definiera beskrivningsstorheter åt människan (3.1.3). Beträffande detta används ovannämnda tekniker ofta totalt oöverlagt.

4.1.1.5 Förslag till lösning

Trots isomorfi-problemet måste man naturligtvis utveckla formella modeller och kan göra det approximativt med ganska god succé. Men det förutsätter en väl grundad metodik (4.3.2.1).

Formella modeller har två utgångspunkter:

1. *referensmodeller* av andra värld-1-objektområden på formellt språk,
2. noggrann och väl grundad *observation* av det undersökta värld-1-objektområdet och därur härledda *premodeller* på naturligt språk.

Med dessa utgångspunkter måste man vidare förfara på följande sätt:

1. Man måste söka lämpliga referensmodeller (inte bara en) och överföra dem via *analogi* på det undersökta värld-1-området.
2. Premodellerna innebär (pga naturliga språks formaliseringsansatser) punktvisa, ”atomära” preformella strukturer (2.2.7.2) som kristallisations- resp. kondensationspunkter för formell modellering. Man måste undersöka de preformella

strukturerna avseende deras *formella duglighet*. Därpå baserande och eventuellt vidare lämpliga beskrivningsstorheter måste man fixera på så sätt, att de är *formellt väldefinierade*.

3. Kombination av referensmodeller och individuella delar: Man måste skriftligt diskutera, jämföra, validera och optimera flera *modelleringsalternativ*.

Enligt min erfarenhet bildar antagandet av *koherenshypotesen* en utmärkt kontrollmöjlighet: Olika modelleringsalternativ får inte principiellt strida emot varandra semantiskt. Det förutsätter förenklande, att objektområdena inom informatiken kan beskrivas enhetligt och helgjutet; det är inte fallet inom fysiken (t. ex. modellinkohärensen vid våg-partikel-dualismen).

4.1.2 Dilemma 2: Nödvändighet och felande entydighet av världstruktureringen: isolerbarhetsproblem

4.1.2.1 Fenomen

1. Varför kan man inte finna några hårda och klara gränser kring företag och deras arbetsområden?
2. Varför kan en isolerad lösning inte alltid lösa det ursprungliga problemet?

4.1.2.2 Förklaring genom den kritiska realismen

Strukturering är förutsättning för komplexitetsreduktion och den senare för kunskap överhuvudtaget. Människan måste ge sina värld-1-bilder en struktur, för att reducera deras komplexitet (värld-1-kaos visavi värld-3-kosmos), hon måste sönderdela dem i många enskilda delar, annars kan hon inte fatta dem med sin kunskapsförmåga. Vid struktureringen förloras naturligtvis verkningskopplingar (interdependenser) emellan de enskilda delarna.

Därför försöker människan att placera sin ”kunskapssax” vid sådana ställen av sin värld-1-bild, där hon förväntar sig endast få kopplingar som hon dessutom tror att få försumma av en idealiserande synvinkel. Detta antagande överför hon på världen 1 på ett naivrealistiskt sätt. Hon avgränsar delar (som t. ex. kan omfatta processer, föremål, informationer) på ett mer eller mindre godtyckligt sätt, isolerar dem ur deras samband och ”klipper ut” dem artificiellt. Det således uppstående dilemman kallar jag *isolerbarhetsproblem*. [...]

Människan konstruerar *system*, som hör till världen 2 eller - om de är beskrivna språkligt - till världen 3, och tror naiv-realistiskt att de hör till världen 1. Utifrån vår synpunkt är system speciella modellerarter, alltså beskrivningsstorheter, som ska approximera immanenta storheter.

Struktureringen fortsätts på en nivå därunder. Människan ger systemen inre struktur (ordning), genom att sönderdela dem i *interagerande komponenter* (”enskildheter”) (ett system är alltså mer än summan av sina komponenter). *De interna kopplingarna* (emellan komponenterna) ska vara starkare än *de externa kopplingarna* (hos systemet i dess helhet med omgivningen). Komponenterna kan återigen uppfattas som (sub/del)system. Sönderdelningen fortsätts vidare på olika abstraktionsnivåer.

4.1.2.3 Förklaring genom den evolutionära kunskapsteorin

Det finns nog *inga naturliga slutna, interaktionsfria system* (kanske med undantag av världsrymden), men det måste troligen finnas systemartade strukturer med stark intern och svag extern koppling; annars skulle sådana segmentbildningars användning för

kunskapsförvärvet ha förkastats under evolutionen. Det utförande organet för kognitiva processer är människans hjärnbark, som - stamhistoriskt betraktat - härstammar från optiska nervcentrer. Därför visar sig utgångspunkten till systemkonceptet i form av optisk-berörbara (taktila, haptiska, palpabla) objekt, vars visuella konturer sammanfaller med deras berörningsgränser. Fysikaliskt sett handlar det om *fasta kroppar* (t. ex. äpplen, stenar) med stark inre sammanhållning och svaga yttre kopplingar. De kan röras i relation till andra föremål. Sådana föremål kan begripas naivrealistiskt (3.3.4 den naiva realismen som primär kunskapsteoretisk uppfattning). Det "mesokosmiskt" präglade systemkonceptet överförs på andra kunskapsobjekt, t. ex. på företag eller företagsavdelningar, varvid systemkonceptet bara kan användas inskränkt och med de nödvändiga förändringarna.

Tendenser till en trängre systemavgränsning (till mindre system) beror på att mindre strukturenheter - jämfört med stora - är mindre komplexa och bättre överblickbara liksom mera effektiva för analogibildningar (kunskapsöverföring).

4.1.2.4 Ansats till förklaring för de nämnda fenomenen av informatiken

Fenomen 1: System kan uppvisa olikstarka yttre kopplingar. Beträffande företag(s-avdelningar) är de i regel relativt starka och kan inte enkelt "idealiserats bort".

Fenomen 2: Om man placerar systems gränser för snävt och för hårt, förloras väsentliga verkningskopplingar. Det gäller för varje slags avgränsat lösningssökande, för isolerade lösningar ("ölösningar": låtsas sitta på en ö) liksom för det följande

Exempel: För att reducera kapitalbindningen i ett råmateriallager understödjer man inköpet med IT, men ser därvid inte att råmaterialbeställningen sker dubbelt genom inköp och produktion; problemet ligger alltså någon annanstans, men kan inte hittas pga de trånga systemgränserna.

4.1.2.5 Förslag till lösning

Isolerbarhetsproblemet är nog principiellt lösbart, men det finns förfaranden att bättre klara av det. Före den egentliga formella modelleringen måste man genomföra en grundlig preanalys med en välgrundad systemavgränsning.

Först måste man explicit ta reda på *systemsytet*, dvs: exakt klarlägga, vilka frågor ett system som beskrivningsstorhet ska besvara, vilket syfte det ska uppfylla och vilka mål (vilka optimeringar) man vill uppnå med dess hjälp, alltså från vilka synpunkter det måste avgränsas och betraktas.

Den följande tumregeln är enligt all erfarenhet bra: Undvik hårda systemgränser, utan välj en *mjuk, flytande rand* (liksom vid färgerna på en impressionistisk bild) liksom vid betraktandet genom en cirkelformad lupp med starkaste förstoring (högsta exakthet) i mitten och avtagande förstoring emot ränderna (reducerad exakthet). Låt exaktheten avta med ökande diameter i koncentrisk ringar kring det antagna kärnproblemet.

Om man inte vill besvära sig därmed, måste man åtminstone uttömmande inbegripa *systemomgivning* och *externa kopplingar*, vilket föreslås i SA-nivå-0/kontext-diagram. Datavetaren måste eftertryckligt rekommenderas att sätta systemgränserna rymligare än det omedelbart IT-relevanta området.

4.2 Vilka egenskaper har informatikens kunskapsobjekt med avseende på formalisering?

Inhomogenitet, heteronomi, preformalisering, formaliserbarhet; förenlighet mellan IT-verktyg och tillämpningsområde

4.2.1 Vilka är särdragen hos informatikens kunskapsobjekt? Inhomogena, autonom-heteronoma objektområden, "human factor"; kommunikation som observationsbas

4.2.1.1 Fenomen

1. Varför vilseleder tron på 100-procentiga IT-lösningar?
2. Varför har etableringen av IT-infrastruktur (t. ex. epost) inte nödvändigt medfört ett framgångsrikt utnyttjande hos de slutliga användarna?

4.2.1.2 Förklaring genom den kritiska realismen

Liksom naturens objektområden, som observeras inom fysiken, är även företag med alla sina facetter observations/kunskapsobjekt. I motsats till de förra, som är själv-konstituerade, framställer informatikens objekt heterogena kombinationer av

1. *själv (endogen) konstituerade (autonoma) naturliga delar*, nämligen de inblandade människorna (det så kallade "*human factor*"), vilka informatikern gärna ignorerar pga deras bristande formaliserbarhet.
2. *främmande (exogen/utifrån) konstituerade (heteronoma) delar*, de inblandade företagsstrukturer för organisation och förlopp (affärsprocesser), vilka informatikern framför allt intresserar sig för (4.2.2) pga deras preformella strukturering och därför lättare isomorfbildning. Dessa delar har skapats och formats av människan med syftet för överlevnadsgaranti och social organisation (3.1.2.3).

4.2.1.3 Förklaring genom den evolutionära kunskapsteorin

Det mänskliga kunskapsförvärvet utgår från enkla homogena vardagsobjekt (4.1.2). Men ju större och mera komplicerat ett objektområde är, desto mindre sannolik blir dess homogenitet.

4.2.1.4 Ansats till förklaring för de nämnda fenomenen av informatiken

Fenomen 1: Det finns inga 100procentiga IT-lösningar, därför att informatikens objektområden bara delvis kan fattas genom formell beskrivning, dvs därför att de inte är 100procentigt formaliserbara. Ty:

1. Det principiella isomorfi-problemet är i alla fall tungt vägande.
2. De autonoma delarna skärper detta problem betydande, därför att människan knappast kan pressas in i formella modellers oflexibla mönster.

Fenomen 2: Enligt det andra argumentet ignorerar blind IT-insats slutanvändarnas mänskliga egenskaper: Rent formell optimering hjälper inte emot psykologiska blockader (t. ex. information är egendom, ger makt; datorer förkastas; arbetsplatsens förlust fruktas; ny teknik förorsakar rädsla mm).

4.2.1.5 Förslag till lösning

Det finns ingen principiell lösning till human-factor-problemet. Att säga IT i stället för ADB förändrar bara etiketterna, men inte situationen. En informatiker (systemvetare) är inte en gatuförsäljare, utan måste leva med medvetandet att ej formaliserbara människor i stor utsträckning bestämmer processerna i ett företag. Därur måste han i varje fall dra två slutsatser:

1. Installationen av *participativa strategier*, alltså den tidiga involveringen av det IT-användande företags kommande användare, tillsammans med *uppriktigt klarläggande* om sammanhang leder till en tydlig mildring av situationen.
 2. Som jag redan har antytt med min informatik-definition (1.2), behövs det utöver formella IT-baserade optimeringar också icke-formella. För att undersöka optimeringspotential och -krav, måste genomföras en utförlig *organisationskartläggning/konsultation*. Denna skulle syssla med:
 - 2.1 ej formella optimeringsmöjligheter (t. ex. medarbetarnas psykologiska situation: IT-acceptans, IT-uppskattning, IT-förväntning, IT-rädsla, gruppdynamik; arbets-, organisations- och motivationspsykologi)
 - 2.2 formella optimeringsmöjligheter utan IT-insats (t. ex. papperskartotek)
 - 2.3 formella optimeringsmöjligheter med IT-insats
- Med denna utvidgning, som enligt min åsikt är eftertryckligt nödvändig, har informatiken chansen att vidareutveckla sig till en äkta *informationsvetenskap*.

4.2.1.6 Anmärkning

Under de följande utläggningarna i 4.2 inskränker jag mig till de heteronoma delarna, därför att de autonoma nu har diskuterats utförligt i 4.2.1.

4.2.2 Vilka skillnader uppvisar informatikens kunskapsobjekt avseende formalisering? Olika grad av preformalisering, formaliserbarhet, formaliseringssvårigheter

4.2.2.1 Fenomen

1. Varför är det svårare att modellera småföretag än storföretag?
2. Varför är mjukvaroutveckling och -installation för bokföring lättare än för produktionen?
3. Varför leder CIM-koncept inte till den önskade succén?
4. Varför leder expertsystem inte till den önskade succén?

4.2.2.2 Förklaring genom den kritiska realismen

Avseende formalisering finns det tre separata dimensioner, varigenom informatikens (och allmänt empiriska vetenskapers) objektområden (t. ex. ett systems delsystem) urskiljer sig:

1. *preformalisering*
2. *formaliserbarhet*
3. *formaliseringssvårigheter*

Olika objektområden är inte i samma utsträckning preformaliserade och formellt modellerbara och förorsakar desamma formaliseringssvårigheter: Det finns (naturligtvis inte exakt avgränsbart)

1. *föga preformaliserade, dåligt och svårt formaliserbara* objektområden (t. ex. vissa produktionsformer; människa; naturligt språk, maskin översättning), som förorsakar betydande formaliseringssvårigheter. De är aldrig fullständigt formaliserbara, och deras partiella formalisering behöver inte alls vara lyckosam.

2. och 3. Objektområden, som baserar på en formell modell, därför att en sådan har lagts in i deras konstitution. De måste urskiljas enligt deras grad av medvetenhet.

2. *föga preformaliserade* objektområden, som beror på en implicit formell modell. Medarbetarna är knappast medvetna om att de använder en formell modell; den motsvarande terminologin är föga utpräglad. Sådana objektområden kan ofta formaliseras ganska bra, men förorsakar större formaliseringssvårigheter (t. ex. små- och medelklassföretag; se nedan 4.2.2.5). Ofta kan man konstatera att standardfall förorsakar relativt få formaliseringssvårigheter, särskilda fall däremot mångfaldiga.

3. *bra preformaliserade* objektområden, som beror på en vittgående explicit formell modell; den motsvarande terminologin är bra utpräglad (t. ex. bokföring). Sådana objektområden kan naturligtvis särskilt lätt modelleras och erbjuder en utgångspunkt för IT- införingen i företag (4.2.1).

4.2.2.3 Förklaring genom den evolutionära kunskapsteorin

Utgående från de optisk-berörbara fysikaliska vardagsföremålen (4.1.2) antas *likformigheten* av olika objektområden; vid mera komplexa måste det leda till felaktiga slutsatser. Likaså antas en byggklossartad *överlappningsfrihet*; det är inte riktigt vid *funktionella objekt* (se följande *förklaring till fenomen 1*). Optisk-berörbara och funktionella objekt behöver inte motsvara varandra.

4.2.2.4 Ansats till förklaring för de nämnda fenomenen av informatiken

Fenomen 1: I småföretag tar man hand om många uppgifter i personalunion. Uppgiftsstrukturen (funktionella objekt) är mycket finare än personalstrukturen (optisk-berörbara objekt, 4.1.2); t. ex. kan funktionerna ”chef, handelsresande och inköpare” fullgöras av en och samma person.

Fenomen 2: Bokföringen är ett preformaliserat företagsområde, medan det däremot ofta finns - just inom produktionen - företagsindividuella, ej formaliserbara tillvägagångssätt.

Fenomen 3: Naiva CIM-anhängare utgår från det (förtigade) felaktiga axiomat att olika företagsområden skulle vara lika bra formaliserbara.

Fenomen 4: Naiva expertsystemanhängare utgår från det felaktiga axiomat att alla områdena av det mänskliga tänkandet skulle vara lika bra formaliserbara som hennes aritmetiska färdigheter.

4.2.2.5 Förslag till lösning

Det är nödvändigt att utveckla vana vid de olika egenskaperna hos objektområden. Användarna måste informeras därom.

Ett konkret objektområde måste undersökas beträffande sin preformalisering och formaliserbarhet under analysen av dess nuvarande tillstånd. Ur de således funna resultaten måste man dra följande slutsatser:

1. *Tidplaneringen* för den formella modelleringen måste beräknas med hänsyn till de förväntade formaliseringssvårigheterna.
2. Bra formaliserbara företagsområden erbjuder sig som *utgångspunkt* för IT-insats i företag. Därur följer mjukvaroinstallationsvägen finansbokföring, orderadministration, inköp, produktion i ett produktionsföretag.

3. Formaliseringar får inte framtvängas till varje pris. Vid dålig formaliserbarhet är det nödvändigt att tillåta *oskärpor* (kaotiska oscillationer) inom en viss variationsbredd. Exempel: För en viss verksamhet behövs en hammare i allmänhet, men inte någon speciell sådan.

4.2.2.6 Anmärkning

Vad jag här har utvecklat om formalisering, gäller på liknande sätt för *prestrukturering och strukturerbarhet* med betydelsen av en uppdelbarhet i delsystem (4.1.2) och för *prematematisering och matematiserbarhet* (2.3.4). Det väsentliga kravet på matematisk korrekthet, nämligen konsistensen (frihet från motsägelser), behövs inte uppfyllas i varje företag (3.1.1.2).

4.2.3 Vilket syfte har företagsprocessers formella optimering? Kompatibilitet av verktyg och insatsområde, nyckel-lås-princip

4.2.3.1 Fenomen

1. Varför överskattas fortfarande verkan av ren IT-insats?
2. Varför passar mjukvara ofta inte in enligt önskan i ett komplex företagsinsatsområde, även efter noggrann modellering av designkonceptet?

4.2.3.2 Förklaring genom den kritiska realismen

En IT-verktyg (rak nyckel) är formell och passar därför bara i ett formellt insatsområde (rakt lås). Därför kan IT inte kurerat något organisatorisk kaos (krokigt lås), en rak nyckel inte låsa ett krokigt lås.

4.2.3.3 Förklaring genom den evolutionära kunskapsteorin

Sett ifrån evolutionen är det klart att verktyg normalt måste anpassas till sina insatsområden. Inom datavetenskapen är - emot vanan - dessutom den motsatta riktningen nödvändig.

4.2.3.4 Ansats till förklaring för de nämnda fenomenen av informatiken

Fenomen 1: Det är inte allmänt känt att IT-insats förutsätter *affärsprocessoptimering* (dvs formalisering av insatsområdet).

Fenomen 2: Om detta faktum ignoreras, uppstår hos användaren den felaktiga förväntningen att ADB är ett universalmedel mot desorganisation, och varje mjukvara-planering blir värdelös.

4.2.3.5 Förslag till lösning

Före nyckelns formella modellering är först låsets formalisering (rära ut) nödvändig (affärsprocessoptimering). Därur följer den följande interpretationen av problemanalysens klassiska delfaser (4.2.2):

Nulägeskartläggning:

låsets vetenskapliga beskrivning och modellering

Analys av det nuvarande tillståndet:

Är låset preformaliserat (rakt) eller inte (krokigt)?

Kan låset formaliseras (uträtas)?

Hur och i vad mån kan låset formaliseras?

Design av önskat tillstånd:

låsets formella modell och nyckelns formella modell

4.2.3.6 Anmärkning

Till 4.2 hör också fenomen, som härrör från den ofullständiga observerbarheten (statistiska utvärderingar vid managementinformationssystem) och den tidsmässiga dynamiken av objektområden. Att diskutera dem här, skulle spränga bidragets ram.

4.3 Hur behandlar kunskapssubjekt sina kunskapsobjekt? Det mänskliga tänkandets egenskaper vid modelleringen

4.3.1 Hur tänker människan i allmänhet, hur ska hon tänka? Det mänskliga tänkandets essentiella egenskaper

4.3.1.1 Hur kan mänskliga kunskapsförvärvande processer lineariseras och struktureras tidsmässigt?

Iterativa faskoncept, designnivåer

4.3.1.1.1 Fenomen

1. Varför leder fasmodeller inte till den önskade succén?
2. Varför finns det många olika fasmodeller?
3. Varför genomförs top-down-/bottom-up-ansatser inte konsekvent?
4. Varför leder datamodellering och statisk objektmodellering snarare till enhetliga resultat än funktions- och förloppsmodellering?

4.3.1.1.2 Förklaring genom den kritiska realismen

Vid varje tidsindelning uppstår gränsområden. Avseende en viss konkret särskild verksamhet är det inte heller alldeles klart, till vilken delfas av ett strikt seriellt faskoncept den hör.

4.3.1.1.3 Förklaring genom den evolutionära kunskapsteorin

1. Multidimensionalt tänkande är en överlevnadsfördel. Människan betraktar alltid flera beslutsnivåer samtidigt och inte i sekvens. Därför kan mentala kognitionsprocesser svårligen lineariseras.
2. Eftersom människan har en optisk-berörbart orienterad hjärnbark (4.1.2), är det mycket lättare för henne att strukturera rumskontinua än tidskontinua.

4.3.1.1.4 Ansats till förklaring för de nämnda fenomenen av informatiken

Vid alla tillvägagångsmodeller (fasmodeller) rör sig det om normer, som inte inkluderar kunskapsförvärvande processer i sina funderingar; det rör sig delvis om mycket bedrövliga försök att ordna modelleringsprocesser.

Fenomen 1: Kartläggning, analys och koncept kan endast svårligen separeras: Kartläggning utan värdering (analys) är inte möjlig, lika litet som analys utan att titta på det tilltänkta lösningsalternativet (konceptet), lika litet som det är möjligt att titta på konceptet utan att titta på realiseringen (programmeringen).

Fenomen 2: För definitionen av delfaser och deras vidare sönderdelning finns inga exakta lagar. Därför finns det inga gränser för den mänskliga kreativiteten.

Fenomen 3: En top-down-analys utan samtidig bottom-up-analys lyckas inte, därför att man enligt erfarenheten alltid måste modellera en abstraktionsnivå från två sidor, ifrån den närmast högre och den närmast lägre nivån.

Fenomen 4: Datamodeller och statiska objektmodeller motsvarar rumstrukturer; genom normaliseringskalkylen kan man uppnå vittgående subjektberoende, tidsmässigt relativt stabila resultat. Funktions- och förloppsmodeller motsvarar tidstrukturer; de är starkt subjektberoende och tidsmässigt ganska instabila. Det olika tidsbeteende av båda strukturerna beror på att - återigen pga tänkandets optisk-berörbara präglning - företagens datastrukturer är tidsmässigt väsentligt mera stabila än deras funktionsstrukturer.

4.3.1.1.5 Förslag till lösning

1. Man kan inte undvika en viss tidstrukturering av mjukvaroutvecklingen, i synnerhet vid stora projekt med många utvecklare.
För en sådan strukturering behövs *iterativa* (maieutiska cykler, 2.2.5), *flexibla faskoncept*, som kan anpassas till ett projekts särdrag på ett *differentierat* sätt. Faskoncept är inte något självändamål. De ska understödja projekt, inte omvänt verifieras av projekt. Att oreflekterat följa normer, skadar bara; det är nyttigt att orientera sig emot normer självkritiskt på basen av djupt vetande om kunskapsförvärvande processer.
2. Åtmistone vid mindre projekt har jag personligen mycket bra erfarenheter av följande tillvägagångssättet: Ett projektteam får samtidigt modellera på flera givna (eventuellt anpassade till projektets särdrag) *design/abstraktions/beslutsnivåer*, får alltså röra sig mycket flexibelt i tiden. De enskilda *designbesluten* måste fogas till beslutsnivåerna på ett väl motiverat sätt. Tidsindelningen (designfaser) ersätts alltså genom en rumindelning (designnivåer).
3. Vid modelleringen av företag ska alltid den lättaste, minst subjektiva ansatsen, *den normaliserade datamodelleringen resp. den statiska objektmodelleringen* användas som *utgångspunkt*, därför att den producerar ett ganska stabilt resultat, medan funktionsmodeller - sett under olika synvinklar - däremot kan återspegla mycket subjektiva uppfattningar.

4.3.1.1.6 Anmärkning

Vidare fenomen, liksom människans problem vid formalisering, matematisering och gränsfallhantering, kan här inte utläggas närmare. Likaså måste en granskning av det mänskliga tänkandets kreativitet vid "induktionshopp" försummas, som inte ens kan ersättas genom de bästa modelleringsverktyg.

4.3.2 Vilka omständigheter påverkar det individuella mänskliga tänkandet?

Det mänskliga tänkandets akcidentella dispositionsberoende egenskaper

4.3.2.1 Varför behöver olika kunskapssubjekts modeller inte vara koherenta?

Subjektets psykisk-intellektuell-sociala disposition

4.3.2.1.1 Fenomen

1. Varför försöker några branscherfarna informatiker vid analysen av föga formaliserade, mycket individuellt ledda företag att pressa in dem i scheman av standardfall, att beskriva dem med deras beskrivningsstorheter, så att företagsindividualiteten kan förloras vid modelleringen?
2. Motsats: Varför iakttar några informatiker utan branschkunskaper och erfarenhet inte för många företag giltiga standard i den nämnda situationen?

4.3.2.1.2 Förklaring genom den kritiska realismen

Det finns ingen kunskap utan kunskapsförvärvande subjekt, ingen vetenskap utan vetenskapsmän, inga modeller utan modellerare. Därför spelar det kunskapsförvärvande subjektets egenskaper alltid en roll vid kunskapsförvärvet.

Modellutvecklarens mentala processer (och därför modellutvecklingen) påverkas genom hans (o)medvetna (pre)*disposition* (författning), i detalj genom

1. psykologiskt: hans omedvetna meningar, hans rädsla och säkerhet, hans emotionella förhållande gentemot modelleringsobjektet
2. intellektuellt: hans medvetna åsikter, hans utbildning, hans förkunskap, hans förhandskunskaper och hans fördomar, hans erfarenheter, hans okunnighet, hans värld-3-aktiveringar, hans kunskapsteoretiska position, hans vetande om modelleringsprinciper, hans uppskattning av modelleringssvårigheter
3. socialt: hans arbetspsykologiska miljö, hans teamkvalifikation, hans tidspress

4.3.2.1.3 Förklaring genom den evolutionära kunskapsteorin

Människan reagerar på kända fall och standardfall *analogiskt och konservativt* enligt standardmönster, på okända och gränsfall *spontant, kreativt och progressivt*. Detta flexibla reaktionssättet garanterar överlevnadsfördelar. Avseende min modelleringsmetodik ur 4.1.1 återspeglar referensmodellens del det analogiska tänkandet, den individuella modellens del det spontana.

Men ett fenomenets kunskaper är ingen objektiv, utan en subjektiv storhet. Pga olika dispositioner kan - i en och samma situation - en människa reagera konservativt, en annan progressivt. Därifrån härrör olik betoning av de båda modelleringsdelarna hos olika modellutvecklare.

Människan värderar sina kunskapsförvärvande processer först naivrealistiskt (utan hänsyn till sin personliga disposition). Hon begriper inte sin subjektiva, personliga delaktighet. Okunnigheten om de nämnda sammanhangen leder till en otillräcklig modelleringsmetodik.

4.3.2.1.4 Ansats till förklaring för de nämnda fenomenen av informatiken

Fenomen 1: Den branscherfarna modellutvecklaren är inte sällan mycket för säker på sin sak och tenderar till överbetoning av referensmodeller och undervärdering av företagsindividuella särdrag. Han försöker att pressa in varje företag i en branschstandard. Det finns risk för en *hermeneutisk cirkel*, dvs risken att han stoppar desamma åsikterna in i analysen, som han därefter får som resultat.

Fenomen 2: Om man inte har någon analogisk utgångspunkt (t. ex. pga ovetskap), så måste man reagera spontant, flexibelt och kreativt. Därifrån härrör i så fall underbetoning av referensmodellens del.

4.3.2.1.5 Förslag till lösning

Man måste förkasta illusionen av observatörens neutralitet, ty de olika predispositionernas påverkan på en modellutvecklare kan principiellt inte uteslutas. Men att hantera predispositionerna medvetet och högt reflekterat kan förhindra de värsta följderna. Därför skulle varje datavetare (informatiker) ha ett *skärpt medvetande* för de subjektberoende omständigheterna av observations- och modelleringsprocesser. Det gäller likaså för alla kunskapsteoretiska omständigheter och deras konsekvenser för modelleringsmetodiken. Att lära hithörande kompetenser är därför betydande för *utbildningen i datavetenskap*. Temat ”datavetenskap och kunskaps/vetenskapsteori” skulle därför bli en tyngdpunkt inom kurser om software engineering och företagsinformationssystem. (Inom parentes sagt hör även träningen av kunnigheter till modellframställning hit.)

4.4 Hur interagerar kunskapssubjekt och kunskapsobjekt?

Observatören som del av det observerade objektområdet, kunskapsobjekt utan avslutning: interdependens i stället för oberoende

Å ena sidan känner människan (värld 2) givna beskrivningsraster och -storheter av världen 3 för världen 1 och kan också konstruera nya ur det förhandenvarande potentialet. Så påverkar människan interpretationen av sina observationsresultat (4.1.1). Å andra sidan kan människan också omedelbart påverka observationsföremål (kunskapsobjekt):

4.4.1 Fenomen

1. Varför uppstår väldigt många frågor efter en analys just vid föga formaliserade företagsavdelningar, så att man bäst skulle vänta en viss tid, innan man börjar med att realisera eller anpassa ett mjukvarosystem?
2. Varför kan man ibland uppnå orealistiska resultat vid affärsprocessernas externa analys?

4.4.2 Förklaring genom den kritiska realismen

Å ena sidan kräver iakttagelsen av kunskapsobjekt konstitution av kunskapsförvärvande subjekt. Utan subjekt-objekt-separation kan människan inte avgränsa sig mot världen 1 och utveckla ett självmedvetande. Omvänt leder separationens skärpa i många områden till felaktiga kunskaper. (Denna paradox skulle jag också ha kunnat formulera som ett tredje kunskapsteoretiskt dilemma i 4.1.)

Å andra sidan bestämmer den mänskliga kunskapsförmågan sina kunskapsföremål (4.1.1). Så sett finns det en ömsesidig existenskonstitution: *Det finns inga kunskapsförvärvande subjekt utan kunskapsobjekt och vice versa.*

Vid observationen blir det kunskapsförvärvande subjektet del av kunskapsobjektet, som det iakttar (3.3.3). Subjektet måste tillägga sig själv till sitt kunskapsobjekt och på så sätt definiera ett nytt större kunskapsobjekt. Därvid blir subjekt-objekt-gränsen mer eller mindre oskarp, och det finns ömsesidig påverkan:

1. *Observatören påverkar och förändrar observationsobjektet.*

Kunskapsobjekt påverkas och förändras genom aktiv, för det observerade kunskapsobjektet iakttagbar, omaskerad observation.

2. *omvänt: Observationsprocessen återverkar observatören.*

Observationsraster och modelleringskoncept av världen 3 är föränderliga i tiden.

Observatören lär sig vid observationen och dess interpretation. Han förändrar sina värld-

3-aktiveringar: Ett observerat företag visar sig honom i ett annat ljus efter en viss observationstid. Genom återkoppling återverkar den förändrade världen 3 förnimmelsen och interpretationen av värld 1 hos observatören (3.1.3).

4.4.3 Förklaring genom den evolutionära kunskapsteorin

Kunskapens subjekt-objekt-förståelse är präglad av de primära kunskapsobjekten, alltså av optisk-berörbara fysikaliska föremål. Emot dessa måste subjekt avgränsa sig, här är subjekt-objekt-separationen sinnrik och evolutionärt nödvändigt, för att överhuvud konstituera ett självmedvetet subjekt. Jaget uppstår emellan detet och världen, som Freud säger. Men detta naivrealistiska tänkande fungerar inte vid kunskapsobjekt i den fysikaliska mikrokosmosen och i den sociala världen.

4.4.4 Ansats till förklaring för de nämnda fenomenen av informatiken

Fenomen 1: Ett företag är en social struktur, som liksom en elementarpartikel förändras genom observation. Till följd av intervjuer genom en konsult eller systemanalytiker kan omfattande interna formaliserings- och optimeringsprocesser i företag utlösas. Även användarnas åsikt om (den nya) IT kan påverkas. Följderna av en analys blir ofta först så småningom uppenbara, om man inte ger användarna möjligheten att redogöra för sina nya idéer.

Fenomen 2: En extern analytiker möter ofta medarbetarnas rädsla av bortrationalisering. Om inget utpräglat förtroendeförhållande kan uppbyggas emot honom, kommer några medarbetare alltid att dölja och gömma information.

4.4.5 Förslag till lösning

1. Man måste planera en *lång tidsrymd för observationen*, för att ge det observerade, analyserade företaget och dess observatör tid för vänjningen vid observationssituationen och för stabiliseringen av observationsresultaten. De maieutiska cyklerna måste utsträckas länge i tiden. Efter-analys-terminer måste bestämmas.
2. Man måste räkna med beteende(attityd)förändringar hos framtida användare (samtycke, avböjande emot IT-insats). *Participativa strategier* kan ge upplysningar om resp. aktuell situation och bidra bra till ett bättre förtroendeförhållande emellan systemanalytiker och medarbetare.

Litteratur

Allmänt vetenskapsteoretisk litteratur

Mårtensson, Bertil & Nilstun, Tore: Praktisk vetenskapsteori.

Lund: Studentlitteratur 1988, 87 p.

Thurén, Torsten: Vetenskapsteori för nybörjare.

Stockholm: Runa 1991, 148 p., 185:00 sek, 91-88298-03-5

Baslitteratur

Hahlweg, Kai: Issues in Evolutionary Epistemology.

State University of New York Press (SUNY) 1989, paperback, 0-7914-0013-1

Lorenz, Konrad: Behind the mirror.

New York: Harcourt, Brace, Jovanovich 1977, paperback, 7.95 US\$, 0-15-611776-2

Radnitzky, Gerard & Bartley, W W (ed.):

Evolutionary epistemology, rationality and the sociology of knowledge.

La Salle (Illinois): Open Court 1987, 489 p., paperback, 22.95 US\$, 0-8126-9039-7

Wuketits, Franz:

Evolutionary epistemology and its implications for humankind.

State University of New York Press (SUNY) 1990, 262 p.,

paperback, 19.95 US\$, 0-7914-0286-X

Extra litteratur

- Coy, Wolfgang et al. (ed.): Sichtweisen der Informatik. Braunschweig 1992
- Ditfurth, Hoimar von: Der Geist fiel nicht vom Himmel - die Evolution unseres Bewußtseins. Hamburg 1976
- Floyd, Christiane et al. (ed.): Software development and reality construction. Berlin 1992
- Helmholtz, Hermann von: Die Tatsachen in der Wahrnehmung. Darmstadt 1959 [= 1878]
- Hilbert, David: Natureerkennen und Logik. 1930
abgedruckt in: Gesammelte Abhandlungen Bd. 3, 378-387
- Kanitscheider, Bernulf: Wissenschaftstheorie und Naturwissenschaft. Berlin 1981
- Lorenz, Konrad: Kants Lehre vom Apriorischen im Lichte gegenwärtiger Biologie. Blätter für deutsche Philosophie 15 (1941) 94-125
- Lorenz, Konrad: Die Rückseite des Spiegels - Versuch einer Naturgeschichte des Erkennens. München 1973
- Luft, Alfred; Kötter, Rudolf: Informatik - eine moderne Wissenstechnik. Heidelberg und Mannheim 1994
- Mach, Ernst: Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen. Darmstadt 1991 [= 9. Aufl. 1922]
- Maser, Siegfried: Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Informatik. IBM Nachrichten 23 (1973) 738 - 746
- Popper, Karl: Objektive Erkenntnis - ein evolutionärer Entwurf. Hamburg 1973
[Original: Objective knowledge - an evolutionary approach. Oxford 1972]
- Riedl, Rupert; Wuketits, Franz (ed.): Die evolutionäre Erkenntnistheorie - Bedingungen, Lösungen, Kontroversen. Berlin 1987
- Russell, Bertrand: Outline of Philosophy. London 1927
- Schmidt, Bernd: Ordnung oder Chaos - die Struktur der realen Welt. Aufklärung und Kritik 1 (1994) 1, 65-80
- Seiffert, Helmut; Radnitzky, Gerard (ed.): Handlexikon zur Wissenschaftstheorie. München 1989
- Speck, Josef: Handbuch wissenschaftstheoretischer Grundbegriffe. 3 Bde. Göttingen 1980
- Steinmüller, Wilhelm: Informationstechnologie und Gesellschaft - Einführung in die angewandte Informatik. Darmstadt 1993
- Vollmer, Gerhard: Evolutionäre Erkenntnistheorie. Stuttgart 6. Aufl. 1994
- Wedekind, Hartmut: Was heißt und zu welchem Ende studiert man Betriebsinformatik? Zeitschr. für Betriebswirtschaft 50 (1980) 1268-1273