

# Hur långt kan den tekniska utvecklingen drivas?

Utdrag ur: Delin, S., I den bästa av världar, Brain books A B, 1996.

Att välja ut en av materiens byggstenar t ex en atom eller en molekyl i ett visst bestämt tillstånd, bland alla de partiklar som finns i omgivningen och bland alla de fysiska och kemiska tillstånd som de kan inta och samtidigt välja bort alla andra, är specialfall av att kunna särskilja olika möjligheter från varandra i största allmänhet. Att skilja två möjligheter från varandra kallas för att göra ett binärt val. Med två sådana val kan man välja ut en av fyra möjligheter och samtidigt välja bort de övriga tre och med tre binära val kan man skilja ut en av åtta möjligheter o s v. Att på det sättet välja ut vissa byggbitar i vissa tillstånd och välja ut vilka inbördes relationer de skall ha och samtidigt välja bort alla andra möjligheter är en förutsättning för att kunna skapa osannolika mönster och bygga upp strukturer, t ex en människa. Detta gäller naturligtvis också för processer som innebär att resurser byggs upp ur avfall<sup>1</sup>

I en dator, som behandlar och överför information, görs som bekant också binära val. Där väljer man visserligen inte ut atomer och molekyler i olika kemiska och fysiska tillstånd, utan väljer i stället att antingen låta en strömstöt gå fram genom en elektrisk ledare eller att hindra den från att göra detta. Detta innebär också att göra ett binärt val eller att överföra en binär enhet information. När en växt styr rörelserna hos en partikel och väljer ut ett visst bestämt kemiskt tillstånd hos den och fogar in den i en bestämd relation till andra atomer med hjälp av sina enzymer, görs likaledes binära val. Följaktligen överförs också information. Denna informationsöverföring innebär att relationerna mellan materiens minsta beståndsdelar ändras och det kan inte ske utan att något sätts i rörelse eller ändrar tillstånd på något sätt. Energi måste följaktligen omsättas och exergi förbrukas samtidigt.

Termodynamikens andra lag beskriver sambandet mellan energiomsättning, skillnad i termodynamisk potential och information. Om den termodynamiska potentialen mäts som absolut temperatur och potentialskillnaden följaktligen som en temperaturskillnad, blir uttrycket i matematisk form:

$$I = \frac{Q \cdot (T_2 - T_1)}{k \cdot \ln 2 \cdot T_2 \cdot T_1}$$

där: I = informationen mätt i binära enheter (bits) Q = energiomsättningen mätt i Joule

T<sub>2</sub> = sluttillståndets temperatur °K

T<sub>1</sub> = initialtillståndets temperatur °K

k = Boltzmanns konstant (1,381 · 10<sup>-23</sup> J/K) Av uttrycket framgår att det krävs en potentialskillnad för att genomdriva en omvandling av energi och driva ett flöde av något slag samt överföra information.

<sup>1</sup> Binärt val eller binär enhet heter på engelska binary unit of information och förkortas bit. Det är en enhet som används för att mäta information. som skall förstås som "ge form åt"

Med hjälp av ekvationen<sup>2</sup> kan informationsöverföringen i allehanda processer beräknas. Ju fullständigare informationen överförs i en process och ju mindre av den som går förlorad, desto effektivare är processen i fråga. I tabell 2 redovisas informationsöverföringen i några olika tekniska och biologiska processer.

**Tabell 2**

Informationsöverföringen i några olika omvandlingsprocesser	
Process	Informationsöverföring
Skrivning på el. skrivmaskin	$2 \cdot 10^{-21}$
Radiomottagare	$5 \cdot 10^{-18}$
Visning av bild på TV skärm	$1 \cdot 10^{-16}$
Datorminne	$3 \cdot 10^{-9}$
Mänskligt tal	$3 \cdot 10^{-5}$
Seende med mänskligt öga	$5 \cdot 10^{-4}$
Höra med mänskligt öra	$3 \cdot 10^{-4}$
Proteinsyntes i en bakteriecell	0,5

Data från: Tribus, M. & Mc Ervine, E. C. Sci Am 224, No 3, p. 179 (1971) Lehninger, A. L., Biochemistry, Worth Publishers, N. Y. 1970

Questlar, H. Information Theory in Biology, University of Illinois Press, Urbana Ill. (1953).

Där framgår t ex att informationsöverföringen vid proteinsyntes i en bakteriecell är 0,5. Den processen består i att särskilja, välja ut och foga ihop ett antal olika aminosyror med varandra i en viss bestämd ordning. Som teknik betraktad är denna process omkring  $10^{20}$  gånger effektivare än att särskilja, välja ut och ordna bokstäver från ett alfabet och skriva ord och meningar på papper med hjälp av en elektrisk skrivmaskin.

Den processen består i att välja ut bokstäver med hjälp av skrivmaskinens tangentbord och placera dem efter varandra i en viss bestämd ordning på ett papper. Skillnaden i effektivitet mellan maskinskrivningen och proteinsyntesen kan verka förbluffande vid ett första påseende, men är i själva verket vare sig obegriplig eller orimlig.

Om skrivmaskinen antas vara konstruerad så att man kan särskilja 88 olika tecken med hjälp av tangenterna och om varje tecken för enkelhetens skull antas innehålla lika mycket information och antalet binära val som man gör med en tangenttryckning antas vara  $x$ , kan detta värde, mätt som binära enheter, beräknas genom att lösa ekvationen:

<sup>2</sup>  $Q(T_2-T_1)/T_2$  är emellertid detsamma som exergin,  $E$ , i tillståndsförändringen mellan  $T_1$  och  $T_2$ . Därför kan sambandet mellan information och exergi generellt skrivas:  $I = E/k \cdot \ln 2 \cdot T_0$ , där  $T_0$  står för omgivningstemperaturen.

$$2^x = 88;$$

$$x = 6,46 \text{ bits}$$

För att genomföra dessa 6,5 binära val borde det räcka med att ändra tillståndet hos bara några få atomer, om man hade en skrivmaskin och en teknik, som vore så effektiva som teorin tillåter. Det borde i själva verket räcka med att ändra tillståndet hos endast så många atomer att de tillsammans kan inta 88 olika tillstånd eller bilda 88 olika mönster. I en vanlig elektrisk skrivmaskin sätts emellertid alla atomerna i motorn, i typarmen och i åtskilliga andra delar av skrivmaskinen i rörelse för uppgiften att skriva ett tecken. Själva tecknet på papperet består också det av ett stort antal atomer. Det allra mesta av alla dessa rörelser och tillståndsförändringar vore onödiga i en skrivmaskin som är utvecklad till gränsen för vad som är teoretiskt möjligt. Den teknik som tillämpas i en gängse skrivmaskin blir därför

$2 \cdot 10^{20}$  gånger mera slösaktig än den med vilken bakteriecellen ordnar och fogar samman aminosyror till protein. Med den teknik som bakteriecellen använder sig av, ändras uppenbarligen inte tillståndet hos särskilt många atomer i onödan, per överförd binär enhet information, eftersom informationsöverföringsförmågan är så stor som 0,5. I teorin kan den aldrig bli större än 1, eftersom detta betyder att all information överförs i processen och ingenting onödigt sker. Proteinsyntesen i en bakteriecell är därför ett exempel på en teknisk process som ligger mycket nära gränsen för vad som är teoretiskt möjligt att uppnå. Därför är det också befogat att misstänka att den tekniska utvecklingen knappast kan drivas mycket längre än så.

Mot detta kan man givetvis invända att växterna, som använder exergin i solljuset som drivmedel, inte gör det med 50% verkningsgrad. I praktiken förmår de knappast binda mer än mellan en och en tiondels promille av den instrålade solenergin, även om högre värden ibland anges. Denna "låga" verkningsgrad låter sig dock förklaras som ett resultat av att omvandlingen från de enkla och exergifattiga beståndsdelarna i form av koldioxid, vatten och utspädda närsalter från omgivningen, som växterna bygger upp sig själva av, inte sker i endast ett enda omvandlingssteg. Förutsätter man i stället  $x$  stycken kaskadkopplade omvandlingsled, som vart och ett har en informationsöverföring av  $y$  och en total verkningsgrad för hela systemet av  $z$ , erhålls sambandet:

$$y^x = z$$

där  $x$  uttrycker antalet transformationer  
 $y$  är informationsöverföringen i var  
 och en och där  $y < 1$   
 $z$  är totalverkningsgraden för hela systemet.

I nedanstående tabell har  $x$  bestämts för ett par olika värden på  $y$  och  $z$ .

$y$	$z$	$x$
0,5	0,001	10
0,5	0,0001	13
0,1	0,001	3
0,1	0,0001	4

Om man antar en informationsöverföring av 0,5 i varje enskilt omvandlingsled kan växten således i medeltal kosta på sig ungefär 13 sådana för att omvandla koldioxid, vatten och utspädda närsalter o s v till levande organiskt material, om totalverkningsgraden samtidigt skall bli en tiondels promille. Växternas förmåga att växa med exergin i solljus som drivmedel och använda koldioxid, vatten och utspädda närsalter som råvaror med en så "låg" verkningsgrad i de enskilda stegen som 0,1, tillåter på motsvarande sätt endast 4 omvandlingsled. Hur man än vrider och vänder på saken, representerar växternas förmåga att bygga upp sig själva ur enkla, exergifattiga byggbitar med hjälp av solljus en mycket avancerad teknologi. Det är säkerligen ytterst svårt att överträffa och förbättra den. Detta innebär en oerhörd utmaning mot en av vår kulturs grundläggande doktriner, vilken innebär att det är vi människor som skapar resurser och mervärden genom vårt skapande geni och vårt arbete.

Mätningarna av informationsöverföringsförmågan hos tekniska- och biologiska system liksom av informationsöverföringen i omvandlingsprocesser över huvud taget, får mycket av den tekniska utvecklingen i vårt samhälle att framstå i en dager där den ter sig föga imponerande. Detsamma gäller

beträffande stora delar av forskningen, forskningspolitiken och forskningsprogrammen. Hur trovärdig är t ex "energiproduktionsforskningen", utvecklingen av kärnkrafttekniken och stora delar av den genetiska forskningen och miljövardstekniken, som alla har kostat skattebetalarna ofantliga belopp?

Förefaller de inte mest vara en ritual, där forskare och tekniker försöker göra karriär genom att vara "progressiva" och "samhällstillvända" genom att spela rollen som "de obegränsade möjligheternas skapare" och tillhandahålla politiskt korrekta "vetenskapliga" argument för att legitimera "Drömmen om det rationella paradiset"? Forskare som vägrar att spela med i detta spel, betraktas som "misslyckade" och "inkompetenta" och åtnjuter knappast något förtroende. De konkurreras ut och måste ägna sig åt något annat. Att avslöja bedrägeriet anses vittna om "dumhet" och "bristande realism".