

# Alternativen aus dem Rechner

Helmut Dunkhase

Vorgetragen auf der MES-Tagung in Kassel am 15. Februar 2014

Ich soll etwas zur Bedeutung der Informationstechnologie für eine sozialistische Gesellschaft bei Cockshott & Cottrell sagen. Der Titel des Vortrags bezieht sich auf den Titel eines Buches, das 2006 bei Papyrossa herausgekommen ist.

Der Begriff Sozialismus ist bekanntlich ein weites Feld. C&C verstehen darunter eine Gesellschaft, deren Reproduktion bestimmt ist durch eine Planwirtschaft auf der Basis von Gemeineigentum an Produktionsmitteln und Ressourcen. Da in einer solchen Produktionsweise Markt und Geld keinen Sinn mehr haben, beruht ihre Rationalität in einer - computergestützten - Arbeitszeitrechnung. Die persönliche Aneignung wird über Arbeitszeitguthaben geregelt. Der historische Ort ihrer Vorstellungen entspricht der kommunistischen Produktionsweise, Phase I, wie sie Marx in der *Kritik des Gothaer Programms* skizziert hat. Damit ist der Rahmen angegeben, auf den sich die folgenden Ausführungen beziehen.

Ich möchte auf drei Ebenen, auf denen die IT eine Rolle spielte bzw. spielen wird, eingehen. Ihre Rolle in der Entwicklung der Theorie, im Plansystem und in der Entfaltung der Demokratie.

## 1 Die Rolle der IT in der Entwicklung der Theorie

Arbeitszeitrechnung setzt die Gültigkeit der Arbeitswerttheorie voraus. Die ist durchaus - auch unter Marxisten - umstritten. Zum einen finden wir bei Marx im Grunde zwei Varianten der Arbeitswerttheorie: eine im Band I, wonach sich Waren zu ihren tatsächlichen Arbeitswerten austauschen, und eine im Band III, wo er von einer einheitlichen Profitrate ausgeht - mit der Konsequenz, dass sich dann die Waren nicht mehr zu ihren Werten austauschen können, sondern, wie er meinte, zu ihren Produktionspreisen. Das Transformationsproblem, wie denn dann Werte in Produktionspreise überführt werden, war und ist Gegenstand einer inzwischen über 100 Jahre langen Debatte. Dabei gab es auch Positionen, die die Arbeitswerttheorie als solche angriffen. Neo-Ricardianer betrachteten sie bestenfalls als redundant, ansonsten wissenschaftlich ohne Wert.

## 1.1 Ein neues Paradigma

Eine bedeutende Wendung in der Frage der Gültigkeit der AWT brachte ein neues Paradigma, auf dem die Arbeiten von C&C im beträchtlichen Maße beruhen und auf das ich deshalb - unter dem uns hier interessierenden Aspekt - kurz eingehen will.

Zwei israelische Mathematiker, Emmanuel Farjoun und Moshé Machover schlugen in ihrem Buch *Laws of Chaos* (1983) eine neue Herangehensweise bei der Analyse ökonomischer Phänomene vor. Sie betrachteten ein ökonomisches System als ein großes Ensemble von einzelnen, mit hohen Freiheitsgraden sich in Zufälligkeit bewegenden Agierenden und stellten damit eine Analogie zu Objekten der statistischen Mechanik her wie die Thermodynamik von Gasen. Diese hatte uns gelehrt, dass bei aller Aussichtslosigkeit, die Wege der einzelnen, sich in sechs Freiheitsgraden des Ortes und der Geschwindigkeit bewegenden Partikel vorherzusagen, dennoch globale Aussagen über das Verhalten des Ensembles gemacht werden können. Mit ihrem Ansatz legten F&M den Grundstein für eine Sichtweise der Ökonomie, die sich heute unter dem Namen Econophysics zu etablieren beginnt.<sup>1</sup>

F&M fassen konsequenter Weise Preise, Werte, Profitraten, usw. als Zufallsgrößen auf, deren Verhalten zu untersuchen ist. Wie gehen sie das Problem des Zusammenhangs von Arbeitswerten und Preisen an?

Es geht um das Verhältnis der Zufallsgrößen Preis und Arbeitswert einer Ware. Wenn sich die beiden - unabhängig voneinander zu messenden(!) - Größen proportional zueinander verhalten, wäre das eine Bestätigung der AWT. Als Preis nehmen sie nicht Euro oder Dollar, sondern sie erinnern an das, was Adam Smith den *real price* nannte. Das ist der Preis, der angibt, wieviel Arbeit damit kommandiert wird. (Smith sprach von *commanded labour*).<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Unseren Klassikern waren solche Überlegungen, die ja die von vielen gezogene strikte Grenze zwischen Natur- und Sozialwissenschaften in Frage stellt, keineswegs fremd. Engels in *Ludwig Feuerbach und der Ausgang der klassischen deutschen Philosophie*: „So führen die Zusammenstöße der zahllosen Einzelwillen und Einzelhandlungen auf geschichtlichem Gebiet einen Zustand herbei, der ganz dem in der bewußtlosen Natur herrschenden analog ist. Die Zwecke der Handlungen sind gewollt, aber die Resultate, die wirklich aus den Handlungen folgen, sind nicht gewollt, oder soweit sie dem gewollten Zweck zunächst doch zu entsprechen scheinen, haben sie schließlich ganz andere als die gewollten Folgen. Die geschichtlichen Ereignisse erscheinen so im ganzen und großen ebenfalls als von der Zufälligkeit beherrscht. Wo aber auf der Oberfläche der Zufall sein Spiel treibt, da wird er stets durch innere verborgene Gesetze beherrscht, und es kommt nur darauf an, diese Gesetze zu entdecken.“ (MEW 21, 297)

Auch bei Marx finden sich viele Formulierungen in statistischer Sprache: „Tendenz“, „im idealen Durchschnitt“, usw. Das Wertgesetz selbst nennt er ein in „zufälligen und stets schwankenden“ Verhältnissen sich durchsetzenden „Naturgesetz“ (MEW 23, 89). Aber auch seine Rede von beliebig austauschbaren „ökonomischen Charaktermasken“, die nur als Träger ökonomischer Gesetze agieren (MEW 23, 100), spricht das vorhersehbare Verhalten des Ensembles gegenüber seinen Partikeln an.

<sup>2</sup>„Der wirkliche oder reale Preis aller Dinge, also das, was sie einem Menschen, der sie haben möchte, in Wahrheit kosten, sind die Anstrengung und Mühe, die er zu ihrem Erwerb aufwenden muss. Was Dinge wirklich für jemanden wert sind, der sie erworben hat und der über sie verfügen oder sie gegen etwas anderes tauschen möchte, sind die Anstrengung und Mühe, die er sich damit ersparen und die er anderen aufbürden kann. [...] Nicht mit Gold oder Silber, sondern mit Arbeit wurde aller Reichtum dieser Welt letztlich erworben. Und sein Wert ist für die Besitzer, die ihn gegen neue Güter austauschen möchten, genau gleich der Arbeitsmenge, die sie damit kaufen oder über die sie

Beispiel: Ein Wasserkocher koste 60 Euro. Der Durchschnittsstundenlohn sei 20 Euro. Dann ist sein *real price* 3 h. Sein Arbeitswert sei 2 h. Dann ist der „spezifische Preis“

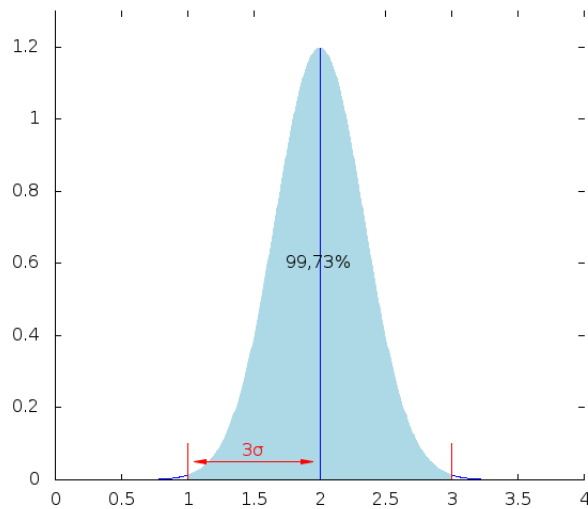
$$\Psi = \frac{3h}{2h} = 1,5(\text{dimensionslos}),$$

d.h. ein Arbeiter müsste 1,5 h für einen Wert von 1 h arbeiten.

F&M prognostizierten eine Normalverteilung der Zufallsgröße  $\Psi$  mit dem Erwartungswert  $\mu = 2$  und der Standardabweichung  $\sigma = 1/3$ .

Warum  $\mu = 2$ ? Zunächst ist klar, dass  $\mu > 1$  sein muss, andernfalls würde die Ware unter ihrem Wert verkauft. F&M gingen damals davon aus, dass die Mehrwertrate ungefähr bei 100% liegt (das war schon die Standardvoraussetzung bei Marx), d.h. die Aufteilung von Lohn und Profit wäre 50:50. D.h. aber, der Arbeiter muss das Doppelte der Zeit arbeiten, die die Herstellung der Ware erfordert, um letztere kommandieren zu können.

Warum  $\sigma = 1/3$ ? Es ist sehr unwahrscheinlich, dass eine Ware unter ihrem Wert verkauft wird oder: dass die Zufallsgröße  $\Psi$  einen Wert  $< 1$  annimmt. F&M setzen einen Wert von 0,001 an. Es gehört zur Eigenschaft der Normalverteilung, dass 99,73% aller Werte innerhalb des  $\pm 3\sigma$ -Intervalls liegen und somit 0,27% außerhalb, davon die Hälfte (0,135%)  $< \mu - 3\sigma$ , d.h.  $\Psi=1$  fällt ungefähr mit  $\mu - 3\sigma$  zusammen, woraus  $\sigma = 1/3$  folgt.



F&Ms Behauptung ist eine Behauptung über den Zusammenhang von Preisen und Arbeitswerten, die empirisch überprüfbar ist.

## 1.2 Wie lassen sich die Arbeitswerte ans Licht holen?

Die *real prices* liegen dank der amtlichen Statistiken auf der Hand. In einer Marktwirtschaft ist man aber nicht mit Arbeitswerten, sondern mit Geldpreisen konfrontiert. Zu fragen ist also, wie viel Arbeit in einem Produkt von soundsoviel Euro steckt.

Die Antwort auf die Frage nach den Arbeitswerten lässt sich mit Hilfe von I-O-Tabellen, in denen die Verflechtung einer Volkswirtschaft kodiert sind, geben.

---

mit seiner Hilfe verfügen können.“ (Adam Smith, *Der Wohlstand der Nationen. Eine Untersuchung seiner Natur und seiner Ursachen* (aus dem Englischen übertragen von H.C. Recktenwald), C.H. Beck Verlag, München 1974, S. 28.

Industrie	A	B	C	Endverbrauch	Bruttooutput
<b>A</b>	0	100	100	100	310
<b>B</b>	100	20	0	100	220
<b>C</b>	10	0	20	150	180
<b>Löhne</b>	100	45	25		
<i>(Profit)</i>	<i>100</i>	<i>55</i>	<i>25</i>		

Nehmen wir eine sehr einfache Tabelle in Geldpreisen. (In den bürgerlichen Statistiken liegen die Tabellen meist in monetärer Form vor.)

Wenn die AWT richtig ist, repräsentiert jeder Euro ungefähr die gleiche Arbeitszeit.

Wir gehen schrittweise vor. Zuerst nehmen wir die direkte Arbeit (repräsentiert durch die Löhne) in jeder Industrie und beziehen sie auf den Bruttooutput. A:  $100/310 = 0,322$ ; B:  $45/220 = 0,204$ ; C:  $25/180 = 0,139$

Im nächsten Durchgang addieren wir in jeder Industrie die in ihren Inputs enthaltenen direkten Arbeit hinzu.

Für A:  $100 \cdot 0,204 + 10 \cdot 0,139 + 100 = 121,8$

Für B:  $100 \cdot 0,322 + 20 \cdot 0,204 + 45 = 81,28$

Für C:  $110 \cdot 0,322 + 20 \cdot 0,139 + 25 = 63,2$ .

	100,000	45,000	25,000	totale Arbeit
1. Näherung	0,322	0,204	0,139	Arbeit pro €
	121,800	81,280	63,200	totale Arbeit
2. Näherung	0,393	0,369	0,351	Arbeit pro €

Formal: Seien  $x_{1,2,3}$  die Arbeitsanteile pro € in A,B,C.

$$\begin{aligned}
 x_1 &= \frac{100}{310}x_2 + \frac{10}{310}x_3 + \frac{100}{310} \\
 x_2 &= \frac{100}{220}x_1 + \frac{20}{220}x_2 + \frac{45}{220} \\
 x_3 &= \frac{100}{180}x_1 + \frac{20}{180}x_3 + \frac{25}{180}
 \end{aligned}$$

Es handelt sich um ein Fixpunktproblem  $\vec{x} = f(\vec{x})$ , das sich durch die Iteration  $\vec{x}_{n+1} = f(\vec{x}_n)$  lösen lässt.

Ergebnis: 
$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,488 \\ 0,468 \\ 0,492 \end{bmatrix}$$

Was heißt das? Wenn wir 1 € für 1 Arbeitseinheit AE ansetzen (eine andere Zuordnung würde am Ergebnis nichts ändern): In der Industrie A enthält ein Produktwert von 1 h einen Anteil von 0,488 h notwendiger Arbeit, d.h. ein Arbeiter muss 2,05 h arbeiten, um diesen Wert kommandieren zu können. F&M's  $\Psi$  ist hier gleich 2,05. Entsprechend ergibt sich  $\Psi = 2,14$  für Industrie B und  $\Psi = 2,03$  für Industrie C.

Die Konvergenz des Iterationsverfahrens ist mathematisch klar. Aber auch aus inhaltlichen ökonomischen Gründen muss das so sein. Jede Ökonomie muss ein Mehrprodukt erzeugen. Würden die Arbeitswerte nicht konvergieren, wäre das nicht mehr möglich: Angenommen, die Arbeitswerte wären  $> 1$ , hieße das, dass weniger Arbeit im Produktionsprozess herauskommt als reingesteckt wurde.

Der eben beschriebene Prozess der schrittweisen Näherung findet strukturell analog in der realen kapitalistischen Ökonomie statt. In den Unternehmen werden zu den Lohnkosten die Kosten für die Inputs und ein Aufschlag addiert. Diese über die Gesellschaft verstreute algorithmische Tätigkeit führt schließlich zu einem relativ stabilen Preisvektor.

Dass der Iterationsprozess zu einem stabilen Attraktor führt, liegt daran, dass es im Produktionsprozess (stückweise) linear zugeht. Wäre das nicht so, sondern stark nicht-linear, wäre das Iterationssystem hochgradig instabil, chaotisch und unvorhersehbar.

Dass der Preisvektor in hohem Maße den Wertvektor reflektiert, ist inzwischen vielfach empirisch erhärtet.

*Korrelation zwischen Preisen und Arbeitswerten*

Land	$r^2$	Quelle
USA	0.974	Ochoa 1989
GB	0.955	Cockshott, Cottrell, Michaelson 1995
Griechenland	0.942	Tsoufides, Maniatis 2002
Schweden	0.971	Zachariah 2005

Nils Fröhlich gibt für die BRD den Zusammenhang von Preisen und Arbeitswerten als Abweichung an, und zwar 0,194 für 2000 und 0,219 für 2004.<sup>3</sup> Dies entspricht voll und ganz der Tendenz der vorangegangenen Ergebnisse.

Wenn Arbeitswerte mindestens genau so gut die Marktpreise erklären wie die neoricardianischen oder Produktionspreise, stellt sich das „Transformationsproblem“ gar nicht. F&M führen es auf eine unangemessene Gleichgewichtsvorstellung zurück, die sich in einer einheitlichen Profitrate ausdrückt. Sie prognostizierten vielmehr ein im zeitlichen Verlauf relativ stabiles breites Spektrum von Profitraten, die der unterschiedlichen organischen Zusammensetzung der Kapitale Rechnung trägt. Die AWT im Sinne von Band I des Kapital würde dann in der Tat besser auf die Realität passen als im Sinne von Band III.

Es ist kein Zufall, dass solche empirischen Untersuchungen erst in den 1980er Jahren

---

<sup>3</sup>Nils Fröhlich (2010), *Labour values, prices of production and the missing equalization of profit rates: Evidence from the German economy*, <http://www.tu-chemnitz.de/wirtschaft/vwl2/downloads/paper/froehlich/deviation.pdf>. Seine Ergebnisse weichen allerdings in einer Hinsicht von F&M's Prognose ab. Sie bestätigen zwar auch, dass der Erwartungswert  $\mu$  von  $\Psi$  ungefähr bei 2 liegt, aber aus einem anderen Grund. Die Ausbeutungsraten in der BRD 2000 und 2004 lagen bei 69% bzw. 78%;  $\mu$  hätte nach der Prognose von F&M folglich entsprechend niedriger sein müssen. Dass  $\mu$  dennoch bei 2 liegt, liegt daran, dass  $\Psi$  nicht normal, sondern log-normal (d.h. ihre Logarithmen sind normal verteilt) verteilt zu sein scheint. Siehe auch: Nils Fröhlich (2009), *Überprüfung klassischer Preistheorien mithilfe von Input-Output-Tabellen*, Statistisches Bundesamt: Wirtschaft und Statistik 5/2010, S. 503-508.

begannen. Neben dem theoretischen Apparat müssen die technischen Voraussetzungen und nicht zuletzt auch geeignete Algorithmen (es kommt auch darauf an, *wie* man rechnet) vorhanden sein. Erst in den 1980er Jahren ermöglichten die Rechnerkapazitäten die Verarbeitung der großen Datenmengen, die bei der Untersuchung ganzer Volkswirtschaften anfallen. *Ohne IT wäre der Nachweis der Gültigkeit der Arbeitswerttheorie nicht möglich gewesen!*

Die genannten Ergebnisse verweisen auf die Arbeit als universelle Ressource. Marktpreise sind ein Spezifikum warenproduzierender Gesellschaften. Sie sind aber ohne Bezug auf Arbeit nicht erklärbar. Bürgerliche Theoretiker können, weil ihnen die AWT fehlt, Preise nur durch Preise erklären. *Warum* aber ein Computer 100 Mal teurer ist als eine Flachzange, das wissen sie nicht.

## 2 Rolle der IT im Planungsprozess

Friedrich von Hayek, unser großer theoretischer Antipode, fasste die Marktwirtschaft als Telekommunikationssystem mittels Preisen auf. Dem kann man durchaus zustimmen. Über die einzelnen Firmen verstreut finden lokale Rechenprozesse statt, in denen Preise bestimmt werden. Dieser Preisbildungsprozess lässt sich tatsächlich als durch eine verstreute Ansammlung von menschlichen oder einer Mischung von menschlichen Computern und Maschinencomputern zu Stande gekommene Lösung ansehen. Darauf lässt sich die Church-Turing-These in Anschlag bringen: Was intuitiv berechenbar ist, ist auch durch Turing-Maschinen berechenbar. Was verstreut berechnet wurde, kann demnach auch durch Computer einer Planbehörde in einer kommunistischen Produktionsweise, die auf der Basis von Arbeitszeiten arbeitet, berechnet werden. Das ist so, weil Preise Arbeitszeiten reflektieren, oder: Arbeitswerte im Grunde die gleichen Informationen wie Preise übermitteln.

Welche Anforderungen werden an eine Planungsbehörde gestellt?

- Berechnung des Bruttooutputs
- Ressourcenverteilung in physischen Einheiten
- Verteilung der gesellschaftlichen Arbeit (in Arbeitszeiten)
- Planoptimierung

### 2.1 Bruttooutput und Ressourcenverteilung

Wenn die Planziele bestimmt sind, benötigt die Planbehörde zunächst die Arbeitswerte der Produkte. Entscheidendes Hilfsmittel ist auch hier die I-O-Rechnung. Das Prinzip lässt sich an einem sehr einfachen Modell darstellen.

Volkswirtschaft mit 4 Gütern: Eisen, Kohle, Korn, Brot. Bekannt ist:

- 1 t Eisen erfordert 0.05 t Eisen, 2 t Kohle und 20 Tage Arbeit.
- 1 t Kohle erfordert 0.1 t Eisen, 0.2 t Kohle und 3 Tage Arbeit.
- 1 t Korn erfordert 0.02 t Eisen, 0.1 t Korn und 10 Tage Arbeit.
- 1 t Brot erfordert 0.5 t Kohle, 1.5 t Korn und 20 Tage Arbeit.

Gewünschter (Netto-)Output: 20000 t Kohle und 1000 t Brot.

Dann lassen sich die (physischen) Bruttooutputs  $x_{1,2,3,4}$  von Eisen, Kohle, Korn, Brot mit Hilfe des folgenden Gleichungssystems berechnen:

$$\begin{aligned} x_1 &= 0,05x_1 + 0,1x_2 + 0,02x_3 \\ x_2 &= 2x_1 + 0,2x_2 + 0,5x_4 + 20000 \\ x_3 &= 0,1x_3 + 1,5x_4 \\ x_4 &= 1000 \end{aligned}$$

In Matrixschreibweise:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,05 & 0,1 & 0,02 & 0 \\ 2 & 0,2 & 0 & 0,5 \\ 0 & 0 & 0,1 & 1,5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 20000 \\ 0 \\ 1000 \end{bmatrix}$$

Die hier auftretende Matrix heißt Matrix der technischen Koeffizienten. In ihr ist die technologische Struktur der Volkswirtschaft kodiert. So gibt z.B. der Koeffizient 0,02 an, dass für jede Tonne Korn, die produziert wird, 0,02 Tonnen Eisen erforderlich sind. (Ich komme darauf zurück.)

Wir haben es wieder mit einem Fixpunktproblem der Form  $\vec{x} = f(\vec{x})$  zu tun, das hier zur Lösung  $x_1 = 3708,33$ ,  $x_2 = 34895,83$ ,  $x_3 = 1666,67$ ,  $x_4 = 1000$  führt.

Daraus lassen sich mittels der technischen Koeffizienten die erforderlichen In- und Outputs in den einzelnen Industrien ermitteln. Die Ressourcenverteilung in physischen Einheiten:

Industrie	Eisen	Kohle	Korn	Brot	Endverbrauch	Bruttooutput
<b>Eisen</b>	185,4	3489,6	33,3	0	0	3708,3
<b>Kohle</b>	7416,7	6979,2	0	500	20000	34895,8
<b>Korn</b>	0	0	166,7	1500	0	1666,7
<b>Brot</b>	0	0	0	0	1000	1000,0

Die Verteilung der gesellschaftlichen Arbeit lässt sich, wie wir wissen aus den direkten Arbeitszeiten ermitteln.

Seien  $x_{1,2,3,4}$  die in einer physischen Einheit Eisen, Kohle, Korn, Brot enthaltenen Arbeitszeiten (hier in Tagen).

Die in einer Tonne Eisen enthaltene Arbeitszeit  $x_1$  setzt sich so zusammen:

$$x_1 = 0,05x_1 + 2x_2 + 20.$$

Zusammen mit den anderen Industrien ergibt sich das Gleichungssystem

$$\begin{aligned}x_1 &= 0,05x_1 + 2x_2 + 20 \\x_2 &= 0,1x_1 + 0,2x_2 + 3 \\x_3 &= 0,02x_1 + 0,1x_3 + 10 \\x_4 &= 0,05x_2 + 1,5x_3 + 1,\end{aligned}$$

was zur Lösung  $x_1 = 39,286$ ;  $x_2 = 8,661$ ;  $x_3 = 11,984$ ;  $x_4 = 23,306$  führt (d.h. 1 Tonne Eisen enthält 39,285 Arbeitstage, usw.), woraus sich mit der Tabelle der physischen Verteilung die Verteilung der gesellschaftlichen Arbeit ergibt.

Die algorithmische Komplexität der einsetzbaren Iterationsverfahren lässt sich auf deutlich unter  $\mathcal{O}(n^2)$  drücken. Ein Merkmal der Matrizen, in der die I-O-Tabellen kodiert sind, ist ihre Sparsamkeit, d.h. sie enthalten fast nur Nullen. Bei einer Anzahl von Produkten im Bereich  $10^7$  (und damit Eintragungen im Bereich  $10^{14}$ ) ist die Bestimmung eines vollständig desaggregierten Plans handhabbar.

Der zur Zeit schnellste Rechner ist laut Wikipedia der chinesische *Tianke-2* mit 33,86 Petaflops PFlops ( $10^{15}$  Floating Point Operations per second) RAM 1,375 Tebibyte TiB ( $2^{40}$ , ungefähr gleich  $10^{12}$  Byte) Speicherplatz 12,4 PB ( $13 \cdot 10^{15}$  Byte).

Das Input-Output-Verfahren ist im Prinzip statisch. Wegen der kurzen Rechenzeit ist jedoch die Rückkopplung „per Hand“ herstellbar.

## 2.2 Planoptimierung

Schöne Pläne nützen nicht viel, wenn die vorhandenen Produktions- und Arbeitsfonds nicht genügen, um den Anforderungen an die Bruttooutputgrößen zu genügen. Mag sein, dass für die Erfüllung der Planziele genügend Öl und Kohle (für Wind und Sonne stellt sich diese Frage nicht) da sind, aber die Kapazität der E-Werke nicht ausreicht. Und ein E-Werk ist eine Investition, die nicht von heute auf morgen zu erledigen ist. Es ist also zwischen kurz- und langfristigen externen Zwängen zu unterscheiden. Sie werden umso dramatischer, je kurzfristiger sie sind.

Das Problem der Planoptimierung kann folgendermaßen formuliert werden: Gegeben sei eine Menge von Beständen, die durch die Planberechnung bestimmten Bruttooutputs und eine vorgegebene technologische Struktur. Finde zu diesen Nebenbedingungen die optimale industrielle Struktur.

*Leonid Kantorowitsch* konnte als erster zeigen, dass das Problem einer Planoptimierung prinzipiell rechnerisch lösbar ist. Im Zuge der Lösung des Problems, wie in einer Leningrader Möbelfurnierfabrik die Maschinen am besten auszunutzen seien, begründete er einen neuen Zweig der Mathematik, die Lineare Optimierung.

Unglücklicher Weise ist die lineare Optimierung bei einer großen Anzahl von Nebenbedingungen, wie sie ein Volkswirtschaftsplan erfordert, nicht gut geeignet, weil ihre

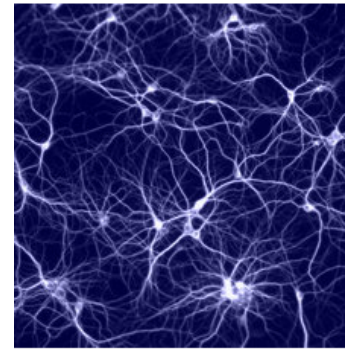


algorithmische Komplexität übel sein kann (NP-komplex).<sup>4</sup>

Cockshott hat einen Planoptimierungsmodell entwickelt, das ganz anders funktioniert.

Er benutzt ein Modell, das neuronale Netze simuliert, wobei die Neuronen die Industrien und die Synapsen die durch die technischen Koeffizienten gegebenen Verbindungen zwischen den Industrien repräsentieren. Minimiert wird dann eine reellwertige so genannte Harmonie-Funktion, die misst, wie dicht die Outputs am Planziel liegen. Dabei wird Überfluss milde, Mangel streng bewertet.

Im Unterschied zur Linearen Optimierung sind keine Matrixoperationen nötig, sondern Repräsentation in Mengen. Auch hier wird ausgenutzt, dass die Matrix der technischen Koeffizienten sparsam ist (viele Nullen). Der Algorithmus hat die Komplexität  $\mathcal{O}(n \log(n))$ , was geradezu traumhaft ist.



Neuronales Netz

### 3 Rolle der IT in der Entfaltung der direkten Demokratie

In Klassengesellschaften sind die demokratischen Systeme bekanntlich so gestaltet, dass die Reichen und Mächtigen immer Sieger bleiben. Die westlichen Demokratien haben viel von der Römischen Republik übernommen. Das System der USA ist geradezu ein Abbild der römischen Strukturen.

In kommunistischen Gesellschaften gibt es keine dominierenden Partikularinteressen, die in den westlichen Demokratien die Meinungen und Themen bestimmen. D.h. es sind öffentliche demokratische Debatten und Meinungsbildung möglich.

C&C orientieren sich an der griechischen Antike. Das waren natürlich auch Klassengesellschaften und Sklaven und Frauen waren sowieso aus dem Diskussions- und Entscheidungsprozess ausgeschlossen. Doch die freien Bauern und Handwerker bestimmten das Staatsgeschehen, dessen Herzstück die Volks- und Gerichtsversammlungen auf der Agora waren.

Diese direkte Demokratie, die mit den damaligen Mitteln natürlich örtlich sehr begrenzt war, lässt sich heute mit den Mitteln der modernen IT auf ganze Länder ausdehnen. Wenn wir Volksversammlungen der, sagen wir, Europäischen Union sozialistischer Republiken durchführen wollen, müssen dafür entsprechende elektronisch gestützte Prozeduren gefunden werden. Es geht dann auch nicht nur mehr um Wahlakte, sondern um

<sup>4</sup>Seit kurzem gibt es aber auch hier neue Perspektiven. In Kombination von Parallel-Rechner-Technik und dazu passenden Rechenverfahren lassen sich auch Probleme im  $10^9$ -Bereich in angemessener Zeit bewältigen. Jacek Gondzio & Andreas Grothey (2005), *Direct Solution of Linear Systems of Size  $10^9$  Arising in Optimization with Interior Point Methods*, R. Wyrzykowski, J. Dongarra, N. Meyer and J. Wasniewski (eds.), *Parallel Processing and Applied Mathematics PPAM 2005, Lecture Notes in Computer Science*, Springer-Verlag, Berlin, 2006, pp 513-525; Jacek Gondzio (joint work with Andreas Grothey) (2005), *Massively Parallel Implementation of Interior Point Methods for Very Large Scale Optimization*, [www.maths.ed.ac.uk/~gondzio/talks/talkPPAM.pdf](http://www.maths.ed.ac.uk/~gondzio/talks/talkPPAM.pdf). Gondzio berichtet dort: Für ein Optimierungsproblem mit 353 Millionen Zwangsbedingungen und 1 Milliarde Variablen wurde unter Verwendung von 1280 Prozessoren eine Rechenzeit von 50 Minuten benötigt.

Plebiszite zu Sachfragen. Auch an der Lösung solcher Probleme hat sich Cockshott (in Zusammenarbeit mit Karen Renaud) beteiligt.

### 3.1 Technische Durchführung von Plebisziten

Was die technische Durchführung betrifft muss gewährleistet sein

- eine Prozedur, die den Sicherheitsstandard genügt.
- Das Prinzip „Eine Person - eine Stimme“. Es sind zwar mehrfache Stimmabgaben einer Person möglich, doch überschreibt die aktuelle Stimmabgabe die vorangegangene. Das erschwert „Stimmenklau“, ermöglicht die Korrektur einer irrtümlichen Stimmabgabe und verhindert eine Stimmabgabe unter Zwang.
- Anonymität: Jede Stimmberechtigte muss registriert und elektronisch gespeichert sein. Sie zieht aus einer Urne einen versiegelten Umschlag, der eine Stimmkarte (Form einer Kreditkarte) mit SIM-Karte, ID-Nummer und PIN enthält. Nur die Inhaberin kennt die ID-Nummer.
- Ubiquität: Die Abstimmung sollte auf möglichst vielerlei Arten (von der Wahlkabine bis zum Handy) und Orten (z.B. auch auf Reisen) möglich sein. Zudem sollte die Stimmabgabe einfach handhabbar sein: nicht komplizierter als die Bedienung eines Geldautomaten.
- Überprüfbarkeit: Die Stimmen werden elektronisch gezählt und am Schluss veröffentlicht im Fernsehen oder Web, indem die ID-Nummer und das zugehörige Votum angezeigt wird.
- Dauerhaftigkeit: wegen möglicher nachträglicher Reklamationen sollte keine Stimmvernichtung vorgenommen werden

### 3.2 Behandlung komplexer Fragestellungen

Wenn es nicht nur um Wahlen geht, sondern um z.B. ökonomische Entscheidungen, hat man es mit komplexeren Fragestellungen zu tun.

Beispiel: Abstimmung über kommunale Aus- und Abgaben. Zur Wahl steht, die Posten „Büchereien“, „Schulen“ und „Steuern“ um 5% zu erhöhen, um 5% zu senken oder unverändert zu lassen.

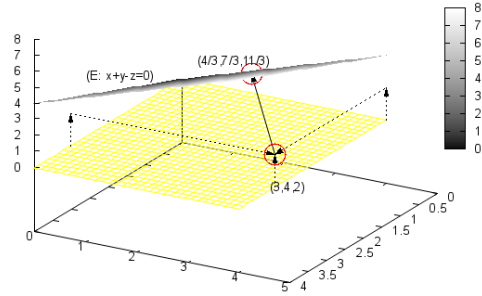
Büchereien	Erhöhung 5%	Schulen	Erhöhung 5%	Steuern	Erhöhung 5%
	gleich		gleich		gleich
	Senkung 5%		Senkung 5%		Senkung 5%

Die Ergebnisse (Abstimmungswerte/Anzahl der Stimmen) liegen zwischen -5 und +5.

Angenommen, das Ergebnis sei:

Büchereien +3
Schulen +4
Steuern +2

Das Ergebnis ist nicht konsistent, weil Steuern und Ausgaben für Büchereien und Schulen sich die Waage halten müssen. Deshalb ist eine Lösung zu suchen, die unter Einhaltung der Konsistenz den günstigsten Kompromiss darstellt. Mathematisch bedeutet das, unter den Punkten im Anschauungsraum, die zulässig sind, d.h. deren Summe aus erster und zweiter Komponente gleich der dritten Komponente ist, denjenigen zu suchen, der am nächsten zum Ergebnispunkt  $(3,4,2)$  liegt. Das wäre hier der Punkt  $(4/3, 7/3, 11/3)$ . Das heißt, die Ausgaben für Büchereien werden um  $1, \bar{3}\%$  statt  $3\%$ , die Ausgaben für Schulen um  $2, \bar{3}\%$  statt  $4\%$  und die Steuern um  $3, \bar{6}\%$  statt  $2\%$  erhöht.



### 3.3 Das Repräsentationsproblem

Einem anderen Problem werden wir uns stellen müssen: dem der Repräsentation. In den bürgerlichen Demokratien sind wir es gewohnt, dass die Staatslenker auf allen Ebenen gewählt werden. Auch in den sozialistischen Ländern war das nicht anders. Lenin meinte zwar in seiner Auseinandersetzung mit Bernstein in *Staat und Revolution*, dass Sozialismus ohne eine Rückkehr zu einem gewissen primitiven Demokratismus unmöglich sei, er hielt es aber für nötig, dass auch der Sozialismus seine repräsentativen Formen finden müsse. Nun gilt aber leider das Gesetz: Die durch Wahl bestimmten Repräsentanten einer Population stellen niemals eine repräsentative Stichprobe der Repräsentierten dar. Wir brauchen uns nur unseren Bundestag anzusehen. Die Zusammensetzung des Bundestages hat nicht die Spur zu tun mit der Zusammensetzung der Gesellschaft. Das gilt aber auch für jeden Verein oder auch eine politische Partei, die kommunistische eingeschlossen. C&C schlagen die Auswahl durch Los vor. Auch dies ist ein Rückgriff auf Praktiken der griechischen Antike. Schon Aristoteles wusste, dass Wahlen zur Oligarchie führen und dass, wenn Freiheit und Gleichheit zusammengeführt werden sollen, zumindest ein Teil der Staatsämter durch Los besetzt werden sollten.<sup>5</sup> Per Los wurden die Mitglieder des Rates der 500 bestimmt, die sich aus je 50 Mitgliedern der 10 Stämme zusammensetzte und das Richterkollegium aus einer Liste von 6000 Bürgern.<sup>6</sup> Sie hatten dafür eine Losmaschine, das *Kleroterion*. Wenn sich denn eines Tages die Gesellschaft dazu entschließt, wird es kein großes technisches Problem sein, ein modernes Kleroterion zu bauen.

<sup>5</sup>Aristoteles, *Politik*, 6. Buch, 2. Die Grundsätze der Demokratie

<sup>6</sup>Luciano Canfora, *Eine kurze Geschichte der Demokratie*, PapyRossa Verlag 2006, S.42

## Literatur

EMMANUEL FARJOUN & MOSHÉ MACHOVER (1983), *Laws of Chaos*, Verso, London  
PAUL COCKSHOTT & ALLIN COTTRELL (2006), *Alternativen aus dem Rechner. Für sozialistische Planung und Demokratie*, PapyRossa, Köln (Originaltitel: *Towards a New Socialism*, 1993)

W.P. COCKSHOTT & A.F. COTTRELL & G.J. MICHAELSON & I.P. WRIGHT & V.M. YAKOVENKO (2009), *Classical Econophysics*, Routledge, London & New York

**Zu elektronischen Plebisziten:** Arbeiten von Paul Cockshott & Karen Renaud, z.B.  
*Electronic Plebiscites*, <http://eprints.gla.ac.uk/4483/>  
*Extending Handivote to Handle Digital Economic Decisions*,  
<http://www.dcs.gla.ac.uk/wpc/reports/handivote-bcs2010-1.pdf>