

Miä Lääwaafn - Ungehaltene Reden aus nichtigem Anlass -

Ulrich Kramer

How to cite:

Ulrich Kramer, Miä Lääwaafn – Ungehaltene Reden aus nichtigem Anlass
online: www.vordenker.de Neuss 2018, J. Paul (Ed.), ISSN 1619-9324
URL: < https://www.vordenker.de/ukramer/uk_ML.pdf >

Copyright: Ulrich Kramer, Bielefeld 2017

This material may be freely copied and reused, provided the author and sources are cited – CC-Lizenz: by-nc-nd

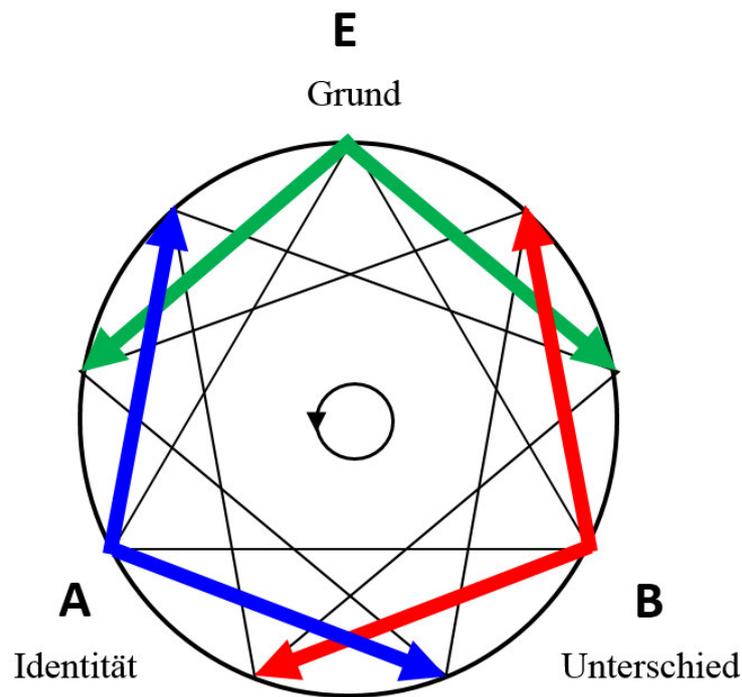
vordenker

ISSN 1619-9324

Ulrich Kramer

Miä Lääwaafn

Miä Lääwaafn



Ungehaltene Reden aus nichtigem Anlass

Ulrich Kramer
Bielefeld, 2017

Vorwort – Geleit zum besseren Verstehen

*Ich bin. Aber ich habe mich nicht.
Darum werden wir erst.
(E. Bloch, Tübinger Einleitung)*

Eigentlich wollte ich nichts anderes, als einfach einmal über etwas anderes nachdenken und schreiben zu dürfen als immer nur über das, wovon ich mir lange Zeit eingebildet habe, einigermaßen klare Vorstellungen zu haben. Also kein Fachbuch, kein Vorlesungsmanuskript mehr. Fachbücher sind ohnehin in ihrer Wirksamkeit äußerst eingeschränkt; sie fassen nur das, was im Moment über irgendwelche Sachverhalte gedacht werden kann, mehr oder minder geschickt zusammen und weisen nur in seltenen Ausnahmefällen über die Gegenwart hinaus. Dabei haben sie (für den Autor) nur Vorteile: du schreitest von einem Gedanken zum anderen voran, störende Assoziationen lassen sich leicht vermeiden; Phantasie oder andere geistige Anstrengungen sind überflüssig. Das Schreiben vollzieht sich beinahe von alleine. Man braucht nur genügend Sitzfleisch – und irgendwann ist ein Buch fertig.

Aber davon will ich nichts mehr wissen. Viele meiner Manuskripte liegen in gedruckter Form vor, nur bin ich nie sehr glücklich damit. Bei den meisten meiner Publikationen beschleicht mich ohnehin alsbald das Bedürfnis, sie besser nochmals zu überarbeiten. Und je länger die Veröffentlichung zurückliegt, je größer der zeitliche Abstand also wird, desto fragwürdiger und schräger kommen mir in aller Regel meine Darlegungen vor. Bisweilen gelingt es mir dann, sie mit fremden Augen zu lesen, und mir erscheint der Autor, der ja eigentlich ich bin, als ein seltsamer, meist etwas großspuriger, aufgeblasener Mächtiger: einer der mehr will als er kann.

Nun also dieses. Vor etlichen Jahren erwachte in mir der Wunsch, ein

Miä Lääwaafn

Buch über Hegels Dialektik sowie übers Radfahren zu verfassen. Etwas ähnlich Verrücktes wie „Zen und die Kunst ein Motorrad zu warten“ von Robert M. Pirsig, das ich zwar nie gelesen habe, mir aber vom Titel her imponierte, schwebte mir vor. So disparate Angelegenheiten wie Hegel und Radfahren zusammen zu bringen, wertete ich schon als Erfolg verheißend, aber es hätte mir einiges mehr an Anstrengung abverlangt, als ich tatsächlich zu leisten imstande bin.

Wovon ich demnach also nicht zu schreiben beabsichtige: Im Frühsommer 1817 treffen der frisch ins Amt gelangte Hegel und der Oberhofrichter Karl Wilhelm Ludwig Friedrich Drais Freiherr von Sauerbronn bei einem Heidelberger Drucker zufällig aufeinander. Beide trugen Korrekturfahnen unterm Arm. Sie kannten sich beide eigentlich nur vom Hörensagen. Aber der Oberhofrichter hatte mitbekommen, dass der Druckermeister Moebius den anderen Herrn mit Wohlgeborn Professor Hegel angesprochen hatte und wusste sofort Bescheid. Das also war jener berühmte Hegel, der seit seiner Habilitationsvorlesung in Jena im Jahr 1801 immer wieder von sich reden machte. Erst mit seiner Phänomenologie, jetzt erst kürzlich mit der Wissenschaft der Logik – und nun schon wieder ein neues Buch. Fleißig, fleißig ...

Er veranlasste den Druckermeister Moebius, umgehend dem Professor vorgestellt zu werden, worauf jener eilfertig den Hochwohlgeborn Oberhofrichter und geheimen Rat Freiherrn Drais von Sauerbronn mit Seiner Magnifizenz, dem Wohlgeborn Professor Hegel, derzeit Rektor der hiesigen Universität, bekannt machte. „Und, was tragen Sie da mit sich herum?“, erkundigte der Ältere sich bei dem etwas überraschten Hegel. Der begann sogleich umständlich und etwas fahrig, wie das so seine Art war, zu erklären, dies sei sein System der gesamten Philosophie, in welchem man zeigen könne, wie man vom Besonderen übers Allgemeine zum Einzelnen gelangen könne.

„Aber“, so fuhr er fort, „es gibt auch den Weg mit dem konkreten Subjekt in der Mitte, woraus sich mit der abstrakten Bestimmtheit aller einzelnen Subjekte der Schluss der Allgemeinheit ergibt.“ Worauf der

Hofrat verständnisvoll nickte und meinte: „Dann fehlt ja nur noch das Dritte, mit der das Allgemeine von der abstrakten Bestimmung zum konkreten Einzelnen hinleitet. Genauso arbeitet doch unsere Rechtsprechung, Herr Professor!“ Hegel fühlte sich verstanden und fuhr fort: „Alle drei Schlüsse fordern sich allerdings gegenseitig, der erste, der kategorische, bedarf des zweiten, des hypothetischen Schlusses, dieser des dritten im Bunde, des disjunktiven Schlusses.“

„Nur: womit beginnen, lieber Herr Professor?“ fragte Drais. „Darin liegt der Witz“, antwortete Hegel, „man kann irgendwo anfangen, so wie wenn man einen Stein in einen Teich wirft und beobachtet, wie die Wirbel sich bilden, sich ausbreiten und allmählich jedes Ding, jeden Grashalm, jeden Stein im Wasser umfassen, umschließen und von dort neue Wellen auslösen.“ „Mir will scheinen“, gab darauf der Hofrat zu bedenken, „es erinnert eher an ein Rad, das mit Speichen bewehrt ist, die sich aus den drei Figuren mit den jeweils drei Momenten ergeben. Man setze es nur geradewegs irgendwohin und sehe zu, wie es sich durch den Begriffsbrei wühlt, von dem wir umzingelt sind.“

Glücklich darüber, auf Anhieb so verstanden worden zu sein, fragte Hegel, wovon denn das Manuskript handele, welches der Hofrat unterm Arm habe. „Dies“, antwortete Drais mit gesenkter Stimme, „ist eine anonyme Schrift, die ich verfasst habe, um eine Erfindung meines Sohnes, die dieser soeben in Mannheim vorgestellt hat, mit der ihr angemessenen Unterstützung zu versehen. Sie haben davon gehört, lieber Herr Professor?“ „Oh ja“, beeilte Hegel sich zu antworten, „es stand im Heidelberger Tagesjournal. Ein Laufrad hat er wohl erfunden.“ „Richtig“, bestätigte Drais, „eine zweirädrige, man könnte auch sagen: bitykliche Konstruktion, mit der man sich schneller fortbewegen kann als zu Fuß und fast so schnell wie zu Pferde“. Und er fügte hinzu: „Mir will scheinen, dass auch Ihr System der Philosophie geeignet ist, schneller vom Fleck zu kommen als mit dem kritischen Hausverstand des Herrn Professor Kant“.

Professor Hegel war so erfreut über das Kompliment, dass er feierlich

Miä Lääwaafn

anhub zu verkünden: „Hochzuverehrender Herr Hofrat, es wird mir eine Ehre sein, diesen Gedanken sogleich in den Titel meines kleinen, unbedeutenden Werkleins zu übernehmen. Gestatten Sie mir, es ab sofort ‚Enzyklopädie, zu Deutsch: Unterweisung in Kreisen der philosophischen Wissenschaften‘ nennen zu dürfen.“ Er ergriff die Hand, die ihm Drais wortlos reichte, und verabschiedete sich mit einer dankbaren Verbeugung, die jener mit würdevollem Kopfnicken beantwortete.

Solcherart Geschichten wird es also nicht geben, sondern nur eine Abfolge ungehaltener Reden zu Dingen, die mir wichtig erscheinen. Wobei zu klären bliebe, was es mit dem Titel „Miä Lääwaafn“ auf sich hat. Die nachfolgenden Skizzen „Ungehaltene Reden aus nichtigem Anlass“ werden Folgerichtigkeit mit Folgenlosigkeit verbinden. Dies bringt man im Fränggischn am besten durch „Miä Lääwaafn“ (hochdeutsch: wir Leerplauderer) zum Ausdruck. Man mag es mit der Vorstellung des leeren Webstuhls verknüpfen, wo mächtig viel Lärm um nichts veranstaltet wird. Mein Bruder Florian macht mich darauf aufmerksam, dass „Lääwaaf“ auch noch einen anderen Ursprung haben könnte, nämlich die Weife, gewöhnlich auch Haspel genannt. Darunter versteht man eine Vorrichtung, mit der langgestreckte Materialien wie Garne oder Seile auf- und abgewickelt werden. Demnach wäre „Lääwaaf“ als leere Weife zu interpretieren, mit der, wie gesagt, ergebnislos viel Gedöns um nichts gemacht wird.

Mir geht es wie in dem berühmten Märchen von „Des Kaisers neuen Kleidern“: Ziel ist nicht das *Vortäuschen*, sondern *Bloßstellen* falscher Tatsachen. Ich hoffe dabei inständig, dass meine „Ungehaltenen Reden“ zumindest eines vermeiden: Langeweile zu bereiten.

Bielefeld, Sommer 2017

Inhalt

Vorwort – Geleit zum besseren Verstehen	5
Inhaltsverzeichnis	9
Vom Selbsterfinden und anderen Ungereimtheiten	11
Skandal um die planetarische Lücke	17
Dialektik von Licht und Sicht	23
Ratio, Demenz und Profite	29
Kaff mit abgestürztem Phoenix	35
Dialektische Methode	45
Unendliche Geschichte des Radfahrens	55
Warum bin ich kein Christ?	65
Information zwischen Wahrheit und Wahrscheinlichkeit	75
Zum Ursprung der Kybernetik	83
Das Kapital des XXI. Jahrhunderts – eine Klarstellung	93
It's economy, stupid	101
Vom Elend des Fortschritts: Über einige ideologische Schwierigkeiten im Umgang mit der Entropie	113
Selbstorganisation – ein stets aktuelles Missverständnis	123

Miä Lääwaafn

Anschluss wieder mal verpasst ...	133
An allem zagt der Zahn der Zeit	145
Evolutionismus als Religionsersatz	161
Was ist eigentlich Dialektik?	171
Konkurrenz und Kooperation	183
Der diskrete Charme der Wechselwirkung	195
Warum hat Karl Marx nicht einfach simuliert?	209
Wie selbst die Schwerkraft sich überlisten lässt	223
Was lernen wir aus alledem?	235
Anlässlich meines Ablebens	241
Reflexionen zum schlechten End (Coda in B ^b)	245
Literatur	247

Vom Selbsterfinden und anderen Ungereimtheiten

*Von der Vergeblichkeit
des Nützlichen
und der Nützlichkeit des
Vergeblichen*

Wörter mit der Vorsilbe „selbst-“ können bekanntlich mittels eines Genitivus iterativus problemlos entschlüsselt werden. So wäre Selbstlernen = das Lernen des Lernens, Selbstorganisation = das Organisieren von Organisationen, Selbstbefriedigung = das Befriedigen der Befriedigung, Selbsttäuschung = das Täuschen der Täuschung, Selbständigkeit = Ändigen der Ändigkeit usw.

Selbsterfinden wäre demnach also das „Erfinden von Erfindungen“ – ein Algorithmus, den man beim Erfinden zu befolgen hätte. Kurzum: eine Erfindungsmaschine.

Erfinden ist ein undankbares Geschäft. Ich weiß kaum einen Erfinder, der durch eigene Erfindungen zu Geld, Ruhm und Ehre gekommen wäre, aber viele Reiche, die mit anderer Leute Erfindungen ihr Glück gemacht haben.

Etwas Neues zu machen, heißt Widerstand leisten, aber auch Widerstände überwinden. Erfinden ist eine kritische Haltung. Gegenüber einem Fluss besteht sie, Bertolt Brecht zufolge, in der Regulierung des Flusses, gegenüber einem Obstbaum in der Okulierung des Obstbaums, gegenüber der Fortbewegung in der Konstruktion von Fahr- und Flugzeugen („Kleines Organon für das Theater“). Er ging so weit, Kritik als die wichtigste Produktivkraft der Gesellschaft zu würdigen.

Wie leicht ist es, sich auf der Höhe der herrschenden Vorurteile zu bewegen, aber wie schwer ist es, diese zu durchschauen, zu kritisieren und

Miä Lääwaafn

zu überwinden – gerade in Zeiten, die sich wie unsere so vorbildlich frei von Vorurteilen wähnt.

Einem unausrottbaren Vorurteil zufolge soll es sich bei technischen Erfindungen um die Anwendung naturwissenschaftlicher, insbesondere physikalischer Grundlagen handeln. In der gesamten Technikgeschichte lässt sich genau dies nicht bestätigen. Und dennoch beruht auf diesem Missverständnis – nicht nur hierzulande – nach wie vor die gesamte Ingenieurausbildung. Dabei versuche man einfach nur einmal ein Patent anzumelden, das erklärtermaßen auf den Gesetzen der Physik beruht. Man wird dies unfehlbar von jedem Patentamt dieser Welt zurückgeschickt bekommen, mit dem Hinweis versehen, Naturgesetze seien grundsätzlich nicht schutzfähig.

Inzwischen meldet vom anderen Ende der Skala abnehmender Wissenschaftlichkeit her eine ganz andere Jüngerschar Ansprüche an, nämlich uns erklären zu wollen, wie das Erfinden funktioniert. Nachdem man allenthalben erkannt hatte, dass abgerundete, vom vielen Kopfwackeln glattpolierte Theorien nicht recht taugen zum Erkennen und Lösen von Widersprüchen, machen sich nunmehr Erfindungstheoretiker mit windigen Horoskop- und Kalendersprüchen darüber her.

Ihr Urheber, ein gewisser Genrich Saulowitsch Altschuller, hatte als Autor von Science-Fiction-Geschichten eine gewisse wirtschaftliche Unabhängigkeit erlangt. Er, ein Prachtexemplar sowjetischer Dissidenz, war ein Mann ohne Formalausbildung; sein Studium brach er früh ab und vergnügte sich als Patentoffizier der Kaspischen Meereskriegsflotte mit der Auswertung von Patentarchivalien. Seine Versuche, Mathematikkenntnisse im Selbststudium zu erwerben, scheiterten bereits an der Integralrechnung.

Da war doch noch diese Geschichte mit seinem Brief an Stalin, woraufhin Altschuller zu 25 Jahren Straflager verurteilt worden sein soll. Wie kam es dazu?

- Stimmt. Bevor es zu jenem berüchtigten Schreiben kam, passierte aber

Vom Selbsterfinden und anderen Ungereimtheiten

noch etwas Seltsames. Sein Chef im Marinepatentamt war ein Mann mit einer gewissen Vorliebe für Phantastereien. Er gab Altschuller den Auftrag, sich einen Trick zu überlegen, der Soldaten helfen würde, wenn sie ohne Ressourcen hinter feindlichen Linien in die Falle gerieten.

Und was erfand Altschuller dazu?

- Das ist eben das Seltsame. Er erfand angeblich eine neue Art chemischer Waffe: eine extrem giftige Substanz, die sich aus gewöhnlichen Medikamenten herstellen lässt.

Aber wie sollte dieses Gift angewendet werden?

- Darüber lässt man sich nicht weiter aus. Jedenfalls wird diese Erfindung als großartiger Erfolg gewertet, weshalb man für Altschuller ein Treffen mit dem damaligen „Kurator“ aller sowjetischen Geheimdienste, Lawrentij Pawlowitsch Berija, arrangierte.

Ist das derselbe Berija, den Stalin als „meinen Himmler“ bezeichnet haben soll?

- Genau der.

Das sieht ja beinahe so aus, als sei ihm, Altschuller, mit seiner Giftmischerei eine nachrichtendienstlich relevante Erfindung gelungen.

- Richtig, und wenn man erst einmal in die Fänge eines Geheimdienstes geraten ist, kommt man so schnell nicht mehr davon los.

Und was war das nun mit diesem Brief an Stalin?

- Man muss sich vorstellen: junger Patentoffizier, voller sprühender Ideen und von der eigenen Wichtigkeit zutiefst überzeugt, hört davon, dass die Sowjetregierung mit der US-amerikanischen vereinbart habe, das Archiv des deutschen Reichspatentamts gegen irgendwelche technischen Gerätschaften zu tauschen, und ist empört. Er und sein Freund Schapiro schreiben einen Brief „an Stalin persönlich“. Um es richtig schön krachen zu lassen, bringen sie 19 weitere Kopien in Umlauf, darunter an die Vereinten Nationen, an das Zentralkomitee der Kommunistischen Partei der Sowjetunion, an das Zentralkomitee der Komsoolzen usw..

Miä Lääwaafn

... und geraten prompt ins Fadenkreuz des KGB?

- Genau, d.h. das Ministerium für Staatssicherheit, das MGB, wie damals das KGB noch hieß, begann sich nun auch für den Zirkel um Altschuller und Schapiro zu interessieren, beobachtete sie eine ganze Weile und griff schließlich zu. Altschuller und Schapiro wurden nach Tiflis beordert, dort und in Moskau verhört. Altschuller wurde dann 1950 zu 25 Jahre Straflager verurteilt.

Und wessen war er angeklagt?

- Das geht aus den biographischen Notizen seiner Fangemeinde nicht ganz eindeutig hervor. Leonid Lerner merkt lediglich an, dass man den beiden vorwarf, für erhebliche Störungen einer Parade auf dem Roten Platz mittels des erwähnten Gifts verantwortlich zu sein.

Aber ist das nicht ein etwas fadenscheiniger Vorwurf?

- Leonid Filkovsky, der Verfasser eines etwas ausführlicheren biographischen Fragments, zählt fünf Anklagepunkte auf: 1) Verkauf von Regierungsgeheimnissen ans Ausland; 2) Vorbereitungen zur heimlichen Unterquerung des Kaspischen Meers, um ins Ausland zu gelangen; 3) antisowjetische Propaganda; 4) Fraktionsbildung; 5) illegaler Waffenbesitz.

Von Giftmischerei ist also keine Rede mehr?

- Nein. Es mag sein, dass Altschuller dem einen Freund das eine, einem anderen etwas anderes erzählt und selbst dabei irgendwann den Überblick verloren hat.

Also kein direkter Zusammenhang zwischen seinem Brief an Stalin und der Verurteilung zu 25 Jahren Straflager.

- Nein, nur dass er sich mit dieser Briefaktion wärmstens für eine Überwachung durch die zuständigen Sicherheitsbehörden empfohlen hat. Aber weißt du, was besonders tragisch ist?

Nein.

- Dass noch nicht einmal diese Idee mit dem Protestbrief auf seinem eigenen Mist gewachsen war. Er verdankt sie, wie so vieles andere

auch, seinem Freund Schapiro.

Von Altschuller ist im übrigen keine einzige Erfindung von Belang bekannt geworden. Er hat erfunden, oh ja. Seine Biographen sind indes uneins, ob er mit 14, 16 oder 17 Jahren seine erste Erfindung gemacht hat. Auch ist unklar, ob es sich dabei um ein Tauchgerät, ein Unterwasser-Atemgerät oder einen Raketentreibstoff auf Karbidbasis gehandelt hat. Zudem soll er lange Zeit dazu geneigt haben, die Mitwirkung anderer, wie etwa die des mehrfach erwähnten Rafael Borissowitsch Schapiro, an seinen Erfindungen zu verschweigen.

Kein Wunder also, dass besonders die Innovationsforschung im Dunstkreis der Wirtschaftswissenschaften für solche Pseudotheorien und die dahinter stehenden Persönlichkeitsprofile empfänglich ist.

Hier nun einige beliebige Beispiele jener famosen „Erfindungsmethoden“ des Genrich Altschuller:

- Mach es invers
- Ändere den Zustand der physikalischen Eigenschaft
- Tu es im Voraus
- Mache es etwas weniger
- „Matrjoschka“

undsowweiter. Ach ja, eine 39 x 39 Felder große Widerspruchsmatrix hat er auch noch nachgereicht, in der die Hauptwidersprüche bei der Erreichung eines Entwicklungsziels einander gegenübergestellt werden. Darin befinden sich diverse Prinzipie, mit denen sich diese Widersprüche bereinigen lassen.

Gib doch mal ein Beispiel!

- Angenommen, man wollte eine Maschine erfinden, die Menschen eine höhere Geschwindigkeit verleiht als die von Fußgängern üblicherweise erreichte. Ziel ist also, eine höhere Geschwindigkeit bei gleichzeitig verringertem Kraftaufwand zu erzielen. Geschwindigkeit und Kraft stehen dabei in einem unversöhnlichen Widerspruch zueinander. Die Widerspruchsmatrix empfiehlt hierfür die Anwendung der Prinzipie 13, 28,

Miä Lääwaafn

15 und 19, wenn Geschwindigkeit und Kraft im Widerstreit stehen, hingegen die Prinzipie 13, 28, 15 und 12, wenn die Kraft in Widerspruch zur Geschwindigkeit gerät. Das heißt, die Matrix ist asymmetrisch, aber immerhin beinahe symmetrisch.

Was verbirgt sich nun hinter den ominösen Nummern?

- Nun, Prinzip Nr. 13 ist das Prinzip der Funktionsumkehr („mach es invers“), Nr. 28 ist der Ersatz mechanischer Schaltbilder, Nr. 15 nennt sich Prinzip des Dynamischen, Nr. 19 Prinzip der periodischen Wirkung und Nr. 12 schließlich das Prinzip des Äquipotentials. Beim Prinzip der Funktionsumkehr (Nr. 13) beispielsweise empfiehlt man, a) statt der Wirkung, die durch die Bedingungen der Aufgaben vorgeschrieben wird, die umgekehrte Wirkung zu erzielen, b) den beweglichen Teil des Objekts unbeweglich und den unbeweglichen beweglich zu machen, oder c) das Objekt „auf den Kopf zu stellen“. Ähnlich kryptisch-orakelhaft sind auch alle übrigen Empfehlungen.

Es darf füglich bezweifelt werden, dass Karl Drais solche Delphereien, sofern er sie gekannt hätte, in die Lage hätten versetzen können, das Veloziped zu ersinnen, welches immerhin den Widerspruch „aufgehoben“ hat, im Sitzen schneller voranzukommen als im Gehen oder Laufen.

Kein Wunder also auch, dass Neuererbewegung und Erfinderschulen der Deutschen Demokratischen Republik sich schnell von dem sowjetischen Vorbild und der Heuristiksammlung Altschullers lösten und eigene Methoden entwickelten. Sie griffen bewusst auf Traditionen der Dialektik zurück und stellten dementsprechend den Widerspruch in den Mittelpunkt.

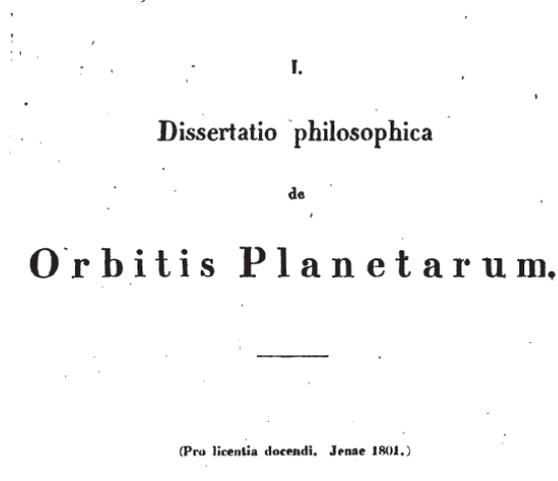
Du hast kein Herz fürs Dissidente.

- Stimmt.

Wir danken Dir für das Gespräch.

Skandal um die planetarische Lücke

Für Hegel war es ein großer Tag, als er am 27. August 1801, seinem 31. Geburtstag, an der Universität Jena seinen Habilitationsvortrag über die Bahnen der Planeten hielt, der für einiges Aufsehen sorgte und um den sich bis heute noch mancherlei Gerücht rankt. Hatte der sich doch unterstanden, dem berühmten Isaac Newton vorzuwerfen, er habe in sei-



Titelblatt der Habilitationsschrift von Georg Wilhelm Friedrich Hegel

hauptet Arno Schmidt, Hegel habe sich dabei unsterblich blamiert. Wollte er darin doch „hochgelahrt“ nachweisen, dass zwischen Mars und Jupiter kein weiterer Planet existieren könne. Peinlicherweise sei nämlich nur einen Monat später eben dieser Planet gefunden worden. Außerdem könne man diese und andere hanebüchenen Absurditäten mehr noch heute in Hegels Gesammelten Werken nachlesen und werde dann besser verstehen, warum Schopenhauer wie auch Gauß sich Irrsinnsschränklein eingerichtet hätten, in denen jener berühmigten Dissertation ein Ehrenplatz eingeräumt worden sei.

nem naturphilosophischen Hauptwerk Mathematik und Physik in unzulässiger Weise vermengt. Zu welchen Blüten diese Vermengung führen könne, wollte Hegel am Schluss seines Vortrags am Beispiel der Planetenbahnen unseres Sonnensystems und deren Abstände von der Sonne demonstrieren.

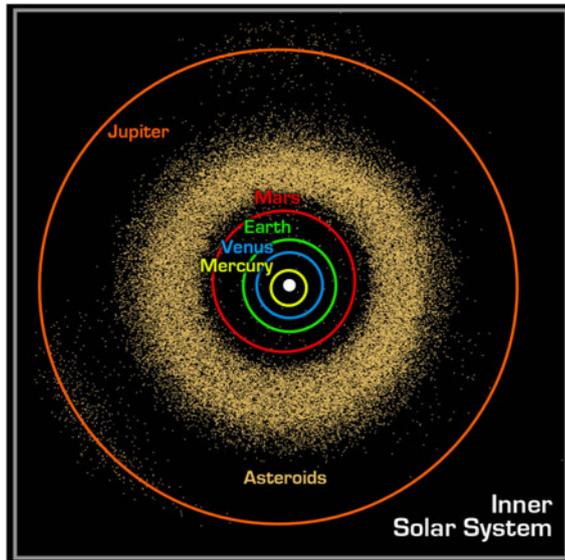
In einem Aufsatz be-

Miä Lääwaafn

Was Arno Schmidt als astronomisch interessiertem Laien durchaus hätte geläufig sein müssen, ist dies: zwischen Mars und Jupiter gähnt auch heute noch die von Hegel erwähnte Lücke; das asteroide Gewölke dort bietet keinen rechten Ersatz für den fehlenden Planeten und ist deshalb auch heute noch in den Planetenlisten keiner Erwähnung wert. Es hätte ihm des weiteren bekannt sein können, dass die von ihm erwähnte Entdeckung des Asteroiden Ceres durch Giuseppe Piazzi nicht einen Monat nach, sondern ein dreiviertel Jahr vor Hegels Vortrag erfolgte.

Was war tatsächlich geschehen? Hegel bestritt, wie vor ihm bereits zum Beispiel auch Leibniz und, nebenbei bemerkt, ebenso wie sein Zeitgenosse Carl Friedrich Gauß, die Auffassung, bloße quantitative Gesetzmäßigkeiten könnten die Existenz von Naturgegenständen real begründen. Genau dies aber behaupteten der Wittenberger Naturforscher Titius und der Direktor der Berliner Sternwarte Bode. Mit einer bestechend einfachen Zahlenreihe beschrieben sie die Bahnen der damals bekannten Planeten und nahmen auf ihrer Grundlage darüber hinaus die Existenz weiterer, bis dahin unbekannter Planeten an. Als man nahe einer dieser vermuteten Bahnen den Uranus entdeckte, gab es kein Halten mehr. Ungeachtet des Fehlens jeglicher theoretischen Begründung nahm die damalige astronomische Fachwelt die Entdeckung zum Anlass, auch in der Himmelsregion zwischen Mars und Jupiter ein emsiges Suchen nach dem fehlenden Planeten zu betreiben – durch Detektive einer selbst ernannten „Himmelspolizey“.

Skandal um die planetarische Lücke



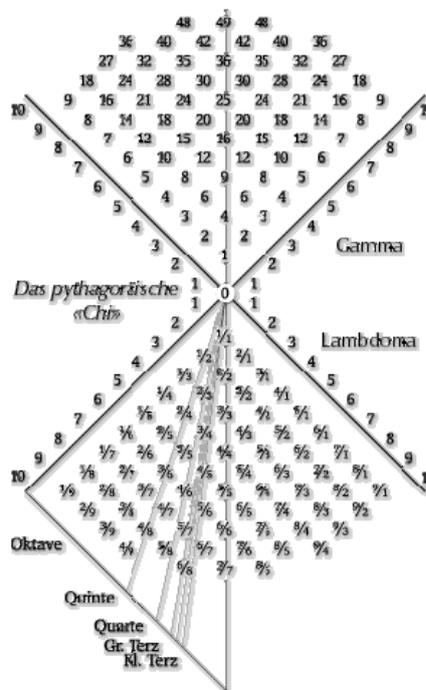
Inneres Planetensystem der Sonne mit dem Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter

Die Suche schien mit der erwähnten Entdeckung Piazzis von einem grandiosen Erfolg gekrönt zu sein: der Asteroid Ceres wurde ziemlich exakt in dem vorhergesagten Abstand von der Sonne gefunden. Nur handelte es sich dabei nicht um einen richtigen Planeten, sondern lediglich um einen asteroiden Brocken von weniger als 1000 km Durchmesser, der nach heutiger Anschauung

nie und nimmer als Planet akzeptiert werden würde (eine Auffassung, die erst unlängst zur Streichung des Pluto aus der Planetenliste geführt hat). Nach Ceres wurden in jener Lücke zwischen Mars und Jupiter kurz darauf noch weitere Planetoiden, Pallas, Juno und Vesta, entdeckt. Heute schätzt man die Zahl der Himmelskörper im sogenannten Asteroidengürtel auf etwa 10000 Objekte.

Am Ende seines Vortrags schickte sich Hegel in einer Abschlussbetrachtung an, die Abstände der Planeten von der Sonne aus philosophischen Prinzipien heraus zu entwickeln. Hierzu griff er auf die aus den sogenannten pythagoräischen Zahlen gebildete Folge 1, 2, 3, 4, 9, 16, 27 zurück, die er dem Dialog „Timaios“ von Platon entnommen hatte, wobei er die 8 aus der Folge der Doppelintervalle wegließ (und nicht, wie oft behauptet wird, die 16 durch die 8 ersetzte). Überflüssig anzumerken, dass bei einem Festhalten an der von Hegel verschmähten 8

irgendwo zwischen Mars und Jupiter ein kleines Planetlein hätte entdeckt werden können. Die auf diese Weise vorgenommene Auswahl der philosophischen Zahlen formte er mit der Kubikwurzel der vierten Potenz weiter um, wobei er an die Stelle einer ersten Zahl die Kubikwurzel der 3 als Einheit setzte. Die Lücke aber, die sich zwischen Mars und Jupiter unübersehbar auftut, kommentierte er mit dem lakonischen Hinweis, dass zwischen dem vierten und fünften Ort ein großer Raum liege, wo niemand einen Planeten vermissen würde. Hierüber nun empörte sich die damalige Fachwelt, und auch die heutige nimmt ihm dies immer noch übel.



Pythagoräische Zahlen

Leider wird zu wenig beachtet, was Hegel zu seinen Rechenoperationen bewogen haben mochte. Selbstverständlich war ihm das dritte Keplersche Gesetz geläufig, wonach sich die Quadrate der Umlaufperioden der Planeten zueinander verhielten wie die Kuben ihrer Abstände von der Sonne. Um also den Quotienten zweier Planetenabstände als Funktion ihrer Umlaufperioden auszudrücken, brauchte er nichts weiter zu machen, als aus dem Quadrat der Quotienten der Umlaufperioden die Kubikwurzel zu ziehen. Mit dem Ziehen der Kubikwurzel auf beiden Seiten der Gleichung $(T_1/T_2)^2 = (d_1/d_2)^3$ konnte er die Abstandsverhältnisse als Funktionen der Umlaufzeiten darstellen: $d_1/d_2 = (T_1/T_2)^{2/3}$. Angenommen, Hegel habe vorgeschwebt, die von ihm gewählte philosophische Zahlenreihe p_1, p_2, p_3, \dots stünde in einem Potenzverhältnis zu den Umlaufzeiten wie $(p_1/p_2)^2 = T_1/T_2$ (beispielsweise unter Rückgriff

auf das zweite Keplersche Gesetz), dann würde als zwingender Schluss aus der auf philosophischen Prinzipien beruhenden Zahlenfolge die Formel $d_1/d_2 = (p_1/p_2)^{4/3}$ resultieren. Das Ergebnis mag zwar weniger genau sein als die Titius-Bode-Reihe, aber es lässt sich zumindest aus einer philosophischen Idee ableiten, und nicht einer (nicht nur aus Hegels Sicht) sinnentleerten Zahlenspielerei.

Später, in der ersten, 1817 erschienenen Ausgabe der „Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften“, räumte Hegel jedoch ein, er könne das, was er in einer früheren Dissertation hierüber versucht habe, nicht mehr als befriedigend ansehen. Gleichwohl ließ ihn die Frage, weshalb die Abstände der Planeten in einer bestimmten Ordnung zu stehen scheinen, zeitlebens nicht los. In der letzten, von ihm selbst besorgten Ausgabe der Enzyklopädie von 1830 merkte er nur noch an, die Astronomie habe über die Entfernungen der Planeten von der Sonne immer noch kein wirkliches Gesetz entdeckt. Dabei ist es bis heute geblieben.

Für Hegel, der die Frage nach dem Warum der Planetenbahnen aufgeworfen hatte, mag es eine angenehme Überraschung gewesen sein, Zeuge einer planetarischen Ansammlung zu werden, die ihm wie die Wiederkehr des von ihm ursprünglich bevorzugten Vierersystems hätte erscheinen können. In der erwähnten Enzyklopädie zählt er sie auf: das erste Vierersystem, bestehend aus den inneren Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars; hieran anschließend die Gruppe der vier Asteroiden Vesta, Juno, Ceres und Pallas; schließlich, als dritte Vierergruppe, die Planeten Jupiter, Saturn, Uranus und X. Der in der dritten Gruppe noch fehlende vierte Planet X wurde übrigens 15 Jahre nach dem Tod Hegels gefunden und erhielt den Namen Neptun.

Bleibt zu fragen, was Arno Schmidt geritten haben mag, ausgerechnet Hegel mit haltloser Schmähkritik zu überziehen? Arno Schmidt, der allenthalben gelobt wird für seine exakten Recherchen, seine akribische Begriffsarbeit, seinen verbissenen Mangel an Geltungssucht – er muss von allen guten Geistern verlassen gewesen sein, auf einen Arthur

Miä Lääwaafn

Schopenhauer hereinzufallen. Im übrigen sind seine Sottisen gegen Leibniz beinahe noch liederlicher zusammengeschustert. Vielleicht brauchte er auf die Schnelle einfach nur etwas Geld. Als Anzahlung auf seinen Zaun.

Dialektik von Licht und Sicht

Licht und Sicht

Beleuchtung und Sehen, Licht und Sicht bilden eine untrennbare Einheit. Licht ist erforderlich, um sehen zu können, und Sicht wird ganz wesentlich beeinflusst von den Beleuchtungsbedingungen, letztlich also vom Licht. Ältere Menschen benötigen mehr Licht als jüngere, um die gleiche Sehaufgabe bewältigen zu können. Dieser Unterschied verringert sich jedoch mit steigender Beleuchtungsstärke. Ein gewöhnlicher Soldat muss nicht unbedingt gut sehen können, er ist auch dann noch verwendungsfähig, wenn er für besondere Anforderungen an das Auge ungeeignet ist.

Sehen und Wissen

„Was ist Licht?“ scheint eine harmlose Frage zu sein – zumindest wenn man sie nicht gerade einem Physiker stellt. Jeder Laie weiß es: Das, was man sieht, ist Licht. Doch damit ist die Frage noch nicht befriedigend beantwortet. Vielleicht führt es weiter, wenn wir danach fragen, was wir über das Sehen wissen. „Videre“ (lateinisch für Sehen) und „wissen“ hängen etymologisch zusammen. Beiden Wörtern liegt die indogermanische Wurzel „uid“ zugrunde. Deren Perfekt „uoida“ bedeutet „ich habe gesehen, ich weiß“. Diese Bedeutung wird dann auch auf andere Formen des Wissenserwerbs übertragen.

Wir wissen, was wir sehen

In der Antike glaubte man vielfach an vom Auge ausgehende „Sehstrahlen“, mit welchem die Dinge dieser Welt abgetastet werden. Isaac Newton stellte 1669 seine „Emanationstheorie“ auf, gemäß welcher Licht aus winzigen Korpuskeln besteht, die von den Lichtquellen ausgeschleudert in den Raum gelangen. Einige Jahre später, 1677, setzte Christian Huygens seine „Undulationstheorie“ dagegen,

Miä Lääwaafn

der zufolge sich Licht als Wellenfront ausbreitet. Gegenüber der Emanationstheorie hatte die Huygenssche Wellenfronttheorie den Vorteil, dass sie das Verhalten von Licht an optischen Linsen verständlich machen konnte.

Wir wissen nicht, was wir sehen

Obwohl es üblich ist, das 18. Jahrhundert als 'siècle des lumières', als Jahrhundert des Lichts zu bezeichnen, gab es bei der Entwicklung der Physik des Lichts keine wesentlichen Fortschritte. Erst 1885 führte Heinrich Hertz den experimentellen Nachweis, dass die elektromagnetischen Wellen den Lichtwellen wesensgleich sind. Doch bereits 1900 sah Lord Kelvin zwei schwarze Wolken den Himmel der dynamischen Theorie, ihre Schönheit und Klarheit, verdunkeln. Die eine stand mit der Frage im Zusammenhang, wie sich die Erde durch einen feinen elastischen festen Körper wie den Äther, der als Träger der Lichtwellen angesehen wurde, hindurchbewegen kann. Und die zweite Wolke betraf die Maxwell-Boltzmannsche Doktrin von der Energieverteilung.

In der Folge entstanden Relativitätstheorie und Quantentheorie, mit denen sich Korpuskular- und Wellentheorie des Lichts unversöhnlich gegenüberstanden. Erst mit dem Eingeständnis einer Doppelnatur des Lichts, das sich, je nach Experiment, mal als Teilchenstrom, mal als Welle äußert, wird diese Diskrepanz überwunden. Niels Bohr soll dieses Paradoxon mit dem Ausspruch ausgedrückt haben: „Wenn mir Einstein ein Radiotelegramm schickt, er habe nun die Teilchennatur des Lichts endgültig bewiesen, so kommt das Telegramm nur an, weil das Licht eine Welle ist.“

Wir wissen, was wir nicht sehen

Das Bild, das im Auge abgebildet ist, ruht nicht, sondern ist in ständiger Bewegung. Zum Teil liegt das an der sich verändernden Umgebung.

Der Hauptgrund ist aber, dass das Auge selbst ständig kleine Zitterbewegungen ausführt, die als „physiologischer Nystagmus“ bezeichnet werden. Wenn diese Zitterbewegungen künstlich unterdrückt werden, verschwindet das Bild. Aber es verflüchtigt sich nicht einfach, sondern es verschwindet in ganz bestimmten, sinnvollen Stücken. Zusammenhängende Teile verschwinden auf einmal, andere bleiben noch erhalten. Je bedeutungsvoller ein Teil des Bildes ist, desto länger bleibt er.

Wir wissen nicht, was wir nicht sehen

Als „blinder Fleck“ wird jener Teil des Augenhintergrunds, der Retina, bezeichnet, durch den die Fasern des optischen Nervenstrangs das Auge verlassen. Dieser Teil der Retina enthält keine Sinneszellen, er ist unempfindlich für Licht. Demnach müssten wir im Sichtfeld ein beträchtlich großes dunkles Loch haben. Wir bemerken dies jedoch nur, wenn wir in eigens dafür präparierten Experimenten darauf gestoßen werden. Aber warum gehen wir nicht ständig mit einem visuellen Loch dieser Größe durch die Welt? Unsere visuelle Erfahrung ist die von einem zusammenhängenden Raum – ohne Diskontinuität. Das Faszinierende an dem blinden Fleck ist: Wir bemerken nicht, dass wir nicht sehen.

Wir sehen nicht, was wir nicht wissen

Von den Südseeinsulanern wird berichtet, sie hätten, als erstmals die Engländer mit ihren mächtigen Kriegsschiffen vor den Küsten der Südseeinseln auftauchten, zwar die Ruderboote bewundert, mit denen die Matrosen an Land kamen. Sie waren um vieles größer und stabiler als alles, was sie kannten. Die Dreimaster aber, die weit draußen am Horizont vor Anker lagen, bemerkten sie nicht. Sie nahmen sie nicht einmal wahr. Sie hatten keinen Begriff dafür.

Wir sehen nicht, was wir wissen

In einem Film fährt ein Traktor quer durchs Bild. Obwohl sich der Traktor vorwärts bewegt, scheinen sich die großen Hinterräder in entgegengesetzter Richtung zu drehen. Wir wissen, dass sich auch die Räder vorwärts bewegen, aber wir sehen es nicht. Bei großer Geschwindigkeit haben wir den Eindruck, die Räder bewegen sich überhaupt nicht. Die Bewegung erstarrt in einer Art rasenden Stillstands. Wir wissen, dass sich die Räder jetzt sehr schnell bewegen, aber wir sehen die Bewegung nicht mehr.

Wir sehen, was wir nicht wissen

John Locke (1632 – 1704) behauptete, alle Erfahrung stamme aus den Empfindungen. Er gilt als Begründer des englischen Empirismus und des französischen Sensualismus. Auch in der von James J. Gibson vertretenen ökologischen Psychologie wird gesagt, alle Information liege in einem Meer von Energie um jeden von uns, in der Lichtenergie, aber auch in der mechanischen oder chemischen Energie. Diese Information wird nicht befördert, sie ist einfach da. Worte und Bilder befördern Information, aber sie sind nur Träger. Die Information im umgebenden Licht ist unerschöpflich. Ein Wahrnehmender kann das, was in seiner Lebenswelt geschieht, dauernd aufnehmen. Diese Information kann also beliebig vermehrt werden.

Wir sehen, was wir wissen

Otto von Guericke bemerkte 1672, dass sein Finger blau aussah, wenn dieser sich im Schatten zwischen einer Lichtquelle und der aufgehenden Sonne befand. Für gewöhnlich wird angesichts dieser oder ähnlicher Phänomene gefragt, ob dies nun die wirkliche Farbe sei, oder ob dies eine Erscheinung sei, der einfach eine optische Täuschung zugrunde liegt. Messungen zeigen, dass unsere Erfahrung einer Welt farbiger Objekte unabhängig von der Zusammensetzung der Wellenlänge des Lichts ist, das von den beobachteten Objekten ausgeht.

Offenbar ist unsere Art, zu sein, untrennbar verbunden mit der Art, wie uns die Welt erscheint. Jeder Akt des Erkennens bringt eine Welt hervor. Jedes Tun ist Erkennen, und jedes Erkennen ist Tun.

Wissen wir, was Licht ist?

Ist Licht überhaupt? Licht ist Wechselwirkung, Wechselwirkung mit erregbaren Rezeptoren, mit erregbaren chemischen Substanzen, mit erregbaren Festkörpern, Flüssigkeiten, Gasen, Plasmen, oder, wie man vor zweieinhalbtausend Jahren sagte: mit Erde, Wasser, Luft und Feuer. Licht ist Erfahrung, die wir machen, und Licht ist Erwartung, die wir wissen. Licht ist nichts, was man so einfach in einen schwarzen Kasten einschließen könnte, wie die braven Bürger von Schilda hofften. Nur können auch die noch braveren Bürger, die nicht aus Schilda kommen, kaum erklären, weshalb eigentlich nicht.

Miä Lääwaafn

Ratio, Demens und Profite

*There's class warfare, all right, but it's my class,
the rich class, that's making war, and we're winning.*

*(Warren Buffett, Interview mit Ben Stein,
New York Times, 26.11.2006)*

*Die Herren machen das selber,
dass ihnen der arme Mann Feind sein wird.*

(Thomas Müntzer, Hochverursachte Schutzrede, 1524)

Wohlan denn, die Zeit, Höflichkeiten auszutauschen, ist vorüber. Was Karl Marx als erster gezeigt hat, lässt sich auf folgende Punkte bringen: 1) Die Geschichte aller bisherigen Gesellschaft ist die Geschichte von Klassenkämpfen. 2) In dem seit etwa 250 Jahren tobenden Klassenkampf stehen sich Kapital und Arbeit gegenüber. 3) Der Reichtum des Kapitals beruht auf der Aneignung unbezahlter Arbeit (Ausbeutung). Und 4) der Kapitalismus krankt seit jeher an inneren Widersprüchen (Krisenzyklen, fallende Tendenz der Profitrate), an denen er aber nicht krepirt, sondern stattdessen seine breite Blutspur kreuz und quer rund um den Globus zieht.

Es geht um die eine Formel: $\pi = m/(c + v)$. Ja, es geht um die Profitrate! Sie ist seit bald 150 Jahren bestens bekannt, stammt dummerweise von Karl Marx und darf deshalb von zeitgenössischen Geistestitanen des Neoliberalismus wie des Neokeyenesianismus samt zugehörigem Anhänger- und Gegenspielergesindel ruhig ignoriert werden.

Die ganze Geschichte beginnt in den 1970er Jahren. Die Profite gingen bedrohlich zurück, in den USA etwa von 24 % im Jahre 1965 auf 16 % fünf Jahre später. Darauf gab es seitens des Kapitals zwei Antworten. Die eine bestand darin, von einem Club of Rome 1972 die „Grenzen des Wachstums“ dekretieren zu lassen. Selbstverständlich sind diese nie ausdrücklich zurückgenommen worden – außer dass vor, während und auch nach ihrer lauthalsen Verkündung alles Handeln der Klasse

Miä Lääwaafn

wirtschaftlich-politisch „Verantwortlicher“ (the rulers) der eigenen Selbstbeschränkungs-Propaganda diametral zuwider lief. Gemeint war von den Machthabenden ohnehin nur, dass wir, das Gesockse (the ruled), gefälligst den Gürtel enger zu schnallen hätten.

Die zweite Antwort erfolgte parallel zum Erscheinen von „Grenzen des Wachstums“. Da holte das Imperium noch zu einem großen Schlag ganz anderer Art aus: es räumte am 11. September 1973 den ersten frei gewählten sozialistischen Präsidenten Amerikas in Chile, Salvador Allende, aus dem Weg. Der erste große Feldversuch einer Bande von Ökonomen, die an der University of Chicago von berüchtigten neoliberalen Strategen wie dem späteren Wirtschafts-Nobelpreisträger Milton Friedman trainiert worden waren (Chicago-Boys), konnte seinen Lauf nehmen.

Der Putsch kostete allein in Chile mehr als 3000 Menschen das Leben und war der Startschuss zu einem Drama, das sich nun bereits über 40 Jahre lang hinzieht und unser Leben, unser aller Wohl und Wehe bis heute massiv bedroht, beeinträchtigt und bei Bedarf auch gewaltsam beendet. Zählen wir die in dieser Zeit sinnlos Hingemetzelten zusammen, kommen wir mühelos auf viele Millionen Toter im fortwährenden Klassenkrieg.

Bei allen Unstimmigkeiten und Unsinnigkeiten, mit denen selbst wir „Normalos“ in unserer – noch – friedvollen Bundesrepublik Deutschland seither behelligt werden, lohnt es sich stets, die Frage aller Krimifragen zu stellen: Cui bono? Wem nutzt das? Wem beispielsweise nutzt hierzulande die Zerstörung des Sozialversicherungswesens? Wem nutzt die Privatisierung von Post, Bahn, Fernmeldewesen? Wem nutzt die Öffnung der elektronischen Medien für private Sender wie RTL, Sat1 und wie diese Wurumai-Anstalten alle heißen mögen? Wem nutzt die Zerschlagung kommunaler Versorgungsbetriebe? Sind die Renten vielleicht höher geworden? Sind die Abgaben für Wasser, Elektrizität, Müllabfuhr gesenkt worden? Hat die Qualität von Information oder Unterhaltung durch Privatanbieter elektronischer Medien zugenommen?

Mir ist bisher kein einziger Fall bekannt geworden, in dem etwa durch öffentlich-private Partnerschaften, d.h. durch von der öffentlichen Hand gesponserte Privatfirmen, irgendwelche Produkte oder Dienstleistungen preisgünstiger angeboten worden wären. Trotzdem fährt man fort, uns die Segnungen einer Privatisierung von Krankenhäusern, Schulen, Hochschulen, ja sogar von Gefängnissen, Sicherheitsdiensten oder Militär anzupreisen, so als gäbe es nicht ausnahmslos Gegenbeispiele.

Ein gewisser Ackermann, vormaliger Vorstandssprecher der Deutschen Bank, gab ganz offen die Losung aus: die Mindestrendite soll 25 % betragen.

Als ich vor Jahren noch in jenen Bereichen aktiv war, galt bei der Planung von Automatisierungsmaßnahmen als goldene Regel, dass sich diese mindestens innerhalb eines Jahres „rechnen“ sollten. Damit ist gemeint, wenn die automatische Steuerung einer zuvor manuell gesteuerten Maschine, sagen wir, 100 000,- € kosten soll, so teile man diese Summe Geldes durch die Bruttolohnkosten pro Zeiteinheit der Arbeiter, die dadurch „freigesetzt“, sprich: entlassen werden können, und erhält den Zeitraum für solches „return on investment“. Entspricht die genannte Summe also beispielsweise dem Bruttojahreslohn der beiden Arbeiter, die im Zweischichtbetrieb einander ablösen und nun arbeitslos werden, so beträgt der Zeitraum, innerhalb dessen die Investition kompensiert wäre, gerade ein Jahr.

Das Ganze nennt sich wohl „Ratioeffekt“, wobei „Ratio“ zunächst als Abkürzung für Rationalisierung verstanden werden könnte. Es lässt sich aber auch als ein Begriff deuten, der in voller Breite die Vieldeutigkeit der lateinischen *ratio* besetzt, denn er lässt sich sowohl mit „Verstand“ als auch mit „berechnender Erwägung“ übersetzen. Mit letzterer Bedeutung hängt vermutlich auch die Benutzung im Englischen zusammen, wo *ratio* einfach das Verhältnis, der Quotient zweier Zahlen ist. Nebenbei bemerkt, wurde in den etwa zehn Jahren meiner Automatisierungsaktivitäten die Zeit für das „return on investment“ sukzessive gekürzt und betrug am Ende nur noch ein halbes Jahr.

Miä Lääwaafn

Was geschieht da eigentlich? Und worin soll die *ratio*, die Rationalität bestehen, die solches Vorgehen steuert?

Heutzutage, wo kaum von Profit, aber gar viel von Rendite die Rede ist, besteht da offenbar Klärungsbedarf.

Um der Gravitation des tendenziellen Falls der Profitrate zu entfliehen, bleibt dem Kapital praktisch gar nichts anderes übrig, als kreuz und quer um den Globus zu rasen, um immer mehr Menschen seinem Einfluss zu unterwerfen. Und nur um die liebe Profitrate zu retten.

Statt Erfolge im rasenden Stillstand unseres in Raserei geratenen Wirtschaftssystems vorweisen zu können, koppelt man in der ökonomischen Wirklichkeit der Einfachheit halber ein Drittel der Bevölkerung vom Rest wirtschaftlich und sozial ab und verurteilt sie zu einem Dahinvegetieren auf amtlich verordneten Armutsniveau, wie einst in Britannien, nunmehr auch in Deutschland praktiziert. Oder, falls das noch nicht reicht, installiert man mit „Fachleuten“, soll heißen: mit bewährten Bankstern bemannte Austeritätsregimes wie in Griechenland, Portugal, Spanien, Italien und demnächst vielleicht auch in Frankreich, mit denen das Armutsdrittel noch unter die Elendsgrenze gepresst werden soll.

Das Ganze nennt sich dann wohl „Reduktion der Komplexität“, wozu der Neoliberalismus ohnehin einen fatalen Hang aufweist.

Die gesamten Kapitalbewegungen umfassen derzeit, wie man im Internet erfahren kann, jährlich ein Volumen von 3.5 Billionen US-Dollar. Das sind dreieinhalb Milliarden mal 1 Million, oder eine halbe Million pro Person der Weltbevölkerung – vom Säugling bis zur Greisin, von New York Manhattan bis zu den Müllhalden von Mumbai! Allein im Devisenhandel werden jeden Tag, den der liebe Gott wachsen lässt, 1500 Milliarden US-Dollar bewegt. Dieser ganze Irrsinn, dieser grandiose Unfug, diese weltumspannende völlig geistverlassene, de-mente Form der Ressourcenallokation, dient einzig *einem* Zweck: der Suche nach möglichst hohem Profit. Wie riskant dieser Handel inzwischen ge-

worden ist, zeigt die Weltfinanzkrise, die 2007 die Welt in ihren Grundfesten hat erbeben lassen und uns seitdem nicht mehr loslassen will.

Laut Aussage von Andrew Haldane, Exekutivdirektor für Finanzstabilität der Bank of England, wird die mittlerweile seit über einem Jahrzehnt andauernde Finanzkrise der Weltökonomie reale Kosten zwischen 60 und 200 Billionen Dollar aufbürden. Zum Vergleich: das Bruttoinlandsprodukt der USA (nach der Volksrepublik China größte Wirtschaftsmacht, wenn man in Zahlen der Binnenkaufkraft rechnet) beträgt 15 Billionen Dollar. Gut, Schwund ist immer, und so gesehen liegt der Schwundfaktor gerade mal zwischen 1.7 und 5.7 %. Aber glaubt jemand allen Ernstes, dass eine wie auch immer geartete Lösung dieser Krise unser Leben unbeeinflusst lassen wird?

Der Milliardär und bekennende Klassenkämpfer Warren Buffett hat vor „finanziellen Massenvernichtungswaffen“ gewarnt – bekanntlich ohne Erfolg. Und so wird weiter wie von Sinnen, de-ment eben, gezoockt und um die Wette gelogen und betrogen.

Sieht man von einigen wenigen Spielverderbern und Klugscheißern ab, warnt uns vor richtigen Massenvernichtungswaffen mal wieder keiner. Deshalb bleiben die Millionen Toten ungezählt, die das Regime des Neoliberalismus mittlerweile angehäuft hat: ob mit den ökonomischen Schocktherapien in Osteuropa, den Kriegen gegen einen herbeihalluzinierten Terrorismus, gegen Iran und Irak, mit der Zerschlagung der Bundesrepublik Jugoslawien, den Kriegen in Afghanistan, in Libyen, Syrien, Jemen, Pakistan, abermals gegen den Irak, zuletzt der Kampf gegen angebliche Segregationsterroristen in der Ukraine. Gewaltorgien der Polizeien gegen unbewaffnete Bürgerinnen und Bürger. Über 30000 Menschen, die nichts anderes als ihr – einst von der KSZE beschlossenes – unveräußerliches Grundrecht auf Bewegungs- und Reisefreiheit auf dem Weg nach Westeuropa wahrnehmen wollten, hat unsere vorzügliche Frontextruppe einfach im Mittelmeer absaufen lassen. Beliebt sind auch Hochpreisspekulationen für Grundnahrungsmittel, wo mit ein, zwei Federstrichen für Millionen zusätzlicher Hungertoter

Miä Lääwaafn

gesorgt wird. Die Liste der Verbrechen wächst und wächst und wächst. „Grenzen des Wachstums“? Wer will sich denn an sowas noch erinnern?

Der Kapitalismus jedenfalls ist mit seinem Latein am Ende. Bedauerlich, aber leider wahr: eine bürgerliche Wissenschaft der Ökonomie existiert nicht mehr. Was sich stattdessen hierzulande auf dem Gebiet der Ökonomie breitmacht, ist *Obskurantismus*. Gemäß einer Definition von Condorcet bezeichnet man damit „die Tyrannei der Arglist über die Unwissenheit“. Ihre Kopflanger dienen in Wahrheit nur noch dem Propagieren eines bestimmten Weltbildes; andere Ansichten werden systematisch ausgeblendet. Die Prognosen der sogenannten führenden wirtschaftswissenschaftlichen Forschungsinstitute, halbjährlich von der Regierung für teuer Geld eingekauft, taugen allenfalls als running gag fürs politische Kabarett. Kein Mensch käme auf die Idee, bei Wettervorhersagen vergleichbarer Aussagekraft über die Mitnahme eines Regenschirms auch nur einen Augenblick lang nachzudenken. Aber unser gesamtes wirtschaftliches Wohlergehen soll derlei Scharlatanerie bestimmen dürfen? Hallo, geht's noch?

Obwohl dies alles längst bekannt ist, bieten unsere Hochschulen den diversen Ausprägungen dieser reichlich glücklos agierenden Verirrungen des menschlichen Geistes nach wie vor eine Plattform. Die Publizistik verleiht dem zugehörigen, selbstverständlich nur nebenberuflich verbeamteten Personal eine ganz und gar unangemessene Lautstärke. Und die Politik simuliert Einvernehmen mit deren ungeheuer lächerlichen Orakeleien. Forscher meint bei Ökonomen nicht etwa die Charakterisierung ihrer Profession, sondern ist eher die hervorstechendste Eigenart der damit befassten Personen: sie sind forscher als ihnen zusteht und ihrer Umgebung wohlzut. Und die zugehörigen Professoren sind der unerschütterlichen Überzeugung, dass profiteri, wovon ihre Berufsbezeichnung abgeleitet ist, soviel heißt wie „Profit machen“ – und nicht, gottbewahre, „bekennen“.

Kaff des abgestürzten Phoenix

*Una est, quae reparaet seque ipsa reseminet,
ales: Assyrii Phoenica vocant.*

(Ovid, Metamorphoseon liber XV, 392)

Zu ihrem Abschluss bin ich eingeladen; ich gehe sogar hin, trotz gewisser Zweifel über die Sinnhaftigkeit, und wohne den Zeremonien – nicht ohne ein beträchtliches Gefühl der Überlegenheit – bei. Ich habe schließlich inzwischen eine richtige Berufsausbildung absolviert, während die gerade mal am Anfang ihres beruflichen Werdegangs stehen. Sie haben sogar den Bernhard K. („Fahrian“), Abbrecher wie ich, zwecks ihrer Unterhaltung engagiert; er spielt mit seiner Band aktuelle Schlager. Nicht schlecht. Ins Gespräch komme ich nur mit einigen ehemaligen Kaffinsassen. Mit den üblichen Verdächtigen. Nitsche, der Chef vom Kaff, blickt mich nur kurz an, verzieht zuerst angeekelt sein Maul, und dann sich selber, ohne Gruß, ohne die geringste Spur wenigstens geheuchelten Interesses. Das nenne ich Haltung.

Zu Beginn ist das Kaff noch nicht eingeeht. Wir stromern in der Umgebung mit ihren Resten naturbelassener Landschaft herum, verstecken uns hinter kleinen Hügeln und Hecken, spielen Indianer und Cowboys, am liebsten aber: Krieg (dreizehn Jahre nach dem letzten, richtig großen Weltkrieg). Anregungen dazu liefern uns Filme, wie wir sie in unregelmäßigem Abstand zu sehen bekommen. Einen von uns, den Johannes aus der Jachenau, wird jene Zeit so nachhaltig prägen, dass er später tatsächlich zur Bundeswehr geht – irgendwas mit Musikcorps, bärbeißig kucken und Offizier werden.

Das Kaff: ein nahezu symmetrischer Gebäudekomplex, an einer Achse von West nach Ost ausgerichtet; er besteht aus zwei großen Gebäuden an den Enden eines langen Verbindungsgangs und hat einen kleineren Mitteltrakt. In dessen Erdgeschoß ist der Speisesaal untergebracht, und im ersten Stock die Hauskapelle. Den langen Gang, die Verbindung

Miä Lääwaafn

zwischen den Gebäudeteilen, nennen wir Aula, obwohl sie eher eine Wandelhalle ist. Darin stehen übermannshohe Monstera-Pflanzen, mehrere Flügel und Cembali. Auf den spiegelblank geputzten Böden lässt sich auf Wollsocken herrlich von einer Verbindungstür zur nächsten schliddern, was selbstredend strikt verboten ist. Im westlichen Teil der Aula sind hinter einem Vorhang Spieltisch und Hauptwerk einer kleinen Orgel verborgen.



Kaff von oben betrachtet

Das viergeschoßige Gebäude auf der westlichen Seite, durch dessen von der Mutter Oberin bewachte Pforte man das Kaff betritt, heißt Dompräbende; hier sind wir während der ersten drei Jahre untergebracht. Im Erdgeschoß befinden sich

die Studiersäle für Sexta, Quinta und Quarta sowie die Wohnung vom Chef. Im ersten Stock, aber auch im Souterrain gibt es viele kleine Räume, die meisten mit Klavieren ausgestattet, in denen wir Instrumente üben können. Die Türen haben ein schalldämmendes Blatt und Gucklöcher, durch die wir, ohne es mitzubekommen, beobachtet werden.

Ich sitze zusammen mit Franz-Josef am Klavier in einem der unteren Übungsräume. Wegen der Schalldämmung kann nicht allzu viel nach außen dringen. Er ist Patenkind des bayrischen Innenministers und späteren Ministerpräsidenten. Sein Vorname legt die Vermutung nahe, dass die Ausdehnung von Straußens Fangemeinde viel weiter reicht als man

denkt: bis ins ferne Bentheim nämlich, von wo er herkommt. Er beginnt alsbald wild über das „Cibavit eos“ aus dem Choralschinken, dem Graduale Romanum, zu improvisieren und signalisiert damit seine enorme Begabung für leichte Musik. Das nennen wir Verjazzen: es ist äußerst verpönt und mit rigiden Strafen belegt.

Gewöhnlich reden wir uns untereinander nur mit Nachnamen oder Spitznamen an; ihn, den Franz-Josef, nennen wir seiner Herkunft aus der Grafschaft Bentheim wegen nur „den Preißn“. Erst in späteren Jahren, nachdem sich selbst unter den Blöderen unserer altbayrischen Gefährten herumgesprachen hat, dass der westliche Teil Preußens wirklich nur kurzzeitig und eher ausnahmsweise (genauer: von 1871 bis 1918) so weit in den Norden geragt hat, heißt er „Friese“.

Im ersten Stock der Dompräbende gibt es einen Saal, in dem die beiden ersten Chöre proben. Die Besonderheit dieses Saals dürfte die kleine Orgel mit Lichtnoten (eine Erfindung vom Chef) sein: ein Notenbildschirm, auf dem die Töne aufleuchten, sowie sie bei entsprechender Einstellung auf der Orgel angeschlagen werden. Damit lernen wir zu Anfang Notenlesen und vom Blatt Singen.

In der zweiten und dritten Etage sind die Schlafräume, darunter ein großer mit 10 Betten, die anderen sind 6-Bett-Zimmer. Außen auf den Fluren sind die Einbauwäscheschränke, je einer für jeden von uns, die uns zu Beginn eines jeden Schuljahrs zugeteilt werden. Um die Wäschestücke, die wir samstags zur Wäsche geben, unterscheidbar zu machen, sind in jedem Nummern eingenäht; ich habe die Wäschenummer 24.

Das östlich gelegene Gebäude ist um einiges länger als die Dompräbende. Das Gymnasium mit den Klassenräumen belegt die unteren beiden Stockwerke; außerdem gibt es im ersten und zweiten Stock weitere Übungsräume, wie in der Dompräbende schallgedämmt und mit Gucklöchern versehen. In den oberen beiden Stockwerken sind die Kaffinassen bis zur Untersekunda untergebracht. Ab dann in komfortablen Zweibettzimmern. Im dritten Stock liegen die Studiersäle der Tertianer

Miä Lääwaafn

und der Untersekunda und im vierten Stock, wie bei den Kleinen üblich, die Sechsbettzimmer.

Ich singe nun auch im zweiten Chor unter „Pressack“, dem Chorrepetitor mit seiner gefürchteten Vorliebe zum brutalen Zuschlagen. Noch ein Jahr davor hat mich Direktor Z. in die Mangel genommen und uns das Do-Re-Mi rauf und runter singen lassen. Aber geschlagen hat er nie. Den Friesen haben sie gleich von vorne herein in den zweiten Chor gesteckt. Nach welchen Kriterien die Zuteilung zu den verschiedenen Chorgruppen erfolgt, bleibt mir verborgen.

Auch in der Schule ist mir der Friese immer etwas voraus. Er ist weit weniger verträumt als ich. Obwohl es mir zweifellos besser täte, Latein zu büffeln, beschäftige ich mich lieber stundenlang mit Landkarten. Das Lateinbuch eignet sich nicht so gut zum Träumen; es würde mich nur daran erinnern, wie rasch meine Vokabellücken wachsen und wachsen. Die ersten Jahre sind glücklich überstanden, als uns noch abends der Präfekt unsere Lateinvokabeln abgefragt hat. Für jeden Fehler gibts einen Hieb mit dem Rohrstock aufs Hinterteil.

Landkarten bieten im Vergleich zu den Latein- oder Mathematikbüchern weit freundlichere Unverbindlichkeit: so kann ich immer behaupten, für Erdkunde zu lernen. Alsbald versinken die Kurven und Kleckse, größere Orte wie Regensburg, Nürnberg oder gar München symbolisierend, in den Farben ihrer Umgebung, mit denen die Höhen der Landschaften über dem Meeresspiegel gekennzeichnet sind. Ich träume mich durch die Landkarten hindurch – raus aus dem Studiersaal, raus aus dem Kaff, hinein in die weite Welt, gerade so, wie mir die Landkarten die Stichworte liefern.

Donnerstags müssen wir um halb sechs in der Früh aufstehen. Schnell waschen und Zähne putzen, und dann in Zweierreihen zum Dom trippeln, um dort Gott mit gregorianischen Gesängen zu lobpreisen. Darin sind wir durch den Pressack gedrillt. Er ist es auch, der uns im Dom

dirigiert, bei Eiseskälte ohne Heizung im Chorhemd und zwecks hübscherer Optik auch ohne Handschuhe. Mit starr gefrorenen Händen müssen wir das Graduale halten. So geschieht es immer wieder, dass der schwere Schinken einem irgendwann aus den Händen gleitet und mit viel Getöse zu Boden fällt. Die Reaktion hierauf erfolgt, sobald wir den heiligen Ort verlassen haben, auf dem Fuße: es setzt erst einmal ein paar saftige Watschen.

Es dauert Jahre, bis ich mich an mein Internatsdasein gewöhnt habe. Irgendwann stimmt es mich nur noch gelegentlich traurig. Nämlich immer dann, wenn ich daran denke, dass ich bis auf die paar Wochen Ferien nie mehr richtig daheim zu Hause sein würde. Mit der Zeit gehen in unserem Dorf meine früheren Spielkameraden auf Distanz zu mir. Ich bin ja der, der durchaus was Besseres werden will. Meine früheren Freunde liegen damit nicht ganz falsch; ob ich will oder nicht, werde ich nach und nach genau zu jenem elitären Arschloch, mit dem man besser nichts zu tun haben möchte. Ich fühle mich in diese Rolle gedrängt, fülle sie aber mit der Zeit wohl auch perfekt aus.

Meine Geschwister zeigen mehr Verständnis und Einfühlungsvermögen. Dennoch wird auch ihnen gegenüber meine Haltung recht zwiespältig. Ich habe ein schlechtes Gewissen, weil mir klar ist, dass ein beträchtlicher Teil unseres zwar sicheren, aber für eine achtköpfige Familie eben doch eher kargen Einkommens ausschließlich für mich verpulvert wird. Doch anstatt Dankbarkeit und Bescheidenheit zu zeigen, drängt es mich nur zu häufig, meine vermeintliche Überlegenheit her-aushängen zu lassen.

Das Kaff wird nun mehr und mehr zu meiner Festung. Drinnen fühle ich mich sicherer als draußen. Nitsche bestärkt uns darin in seinen häufigen Predigten und spricht immer wieder davon, wie privilegiert wir doch seien. Während wir es frühmorgens hier drinnen so muckelig gemütlich und anheimelnd warm hätten, seien unsere Altersgenossen draußen schon längst bei der Arbeit oder auf dem Weg dorthin.

Miä Lääwaafn

So richtig froh und dankbar will ich dennoch nicht werden. Sicherheit, ja. Privilegiert sein, meinerwegen. Der Tagesablauf ist klar durchstrukturiert. Sechs Uhr Wecken, halb sieben Frühgottesdienst, sieben Uhr Studierzeit, halb acht Frühstück, acht Uhr Schule, ein Uhr Mittagessen, halb zwei bis drei Uhr Freizeit, drei Uhr Studierzeit, halb fünf Haustus, fünf bis sieben Uhr Studierzeit, Instrumente üben, Stimmbildung, Harmonielehre, Kammerorchester, sieben Uhr Abendessen, halb acht stille Beschäftigung, viertel nach acht Abendgebet, Waschen, Zähneputzen, halb neun Licht aus.

Aber Privilegien müssen doch irgendwie anders aussehen!

Vor allem im Sommer werden uns die Nächte in unseren Sechsbettzimmern lang. Meinen sehnlichsten Wunsch, zum Zeitvertreib wenigstens ein einfaches „Transistorradiöle“ zu besitzen, erfüllen mir meine Eltern. Ich besitz es allerdings nicht sehr lange. Der Präfekt erwischt mich bei einem seiner Kontrollgänge durch die Schlafsäle, als ich nachts unter der Bettdecke heimlich AFN höre. Er nimmt mir das Radiogerät ab.

Sonntags werden wir immer spazieren geführt, schön in Zweierreihen, unter Aufsicht des Präfekten. Ausgang haben wir nur am ersten Sonntag im Monat, der auch Besuchstag ist, aber auch dann nur bei triftiger Begründung. Ich habe eine Tante, die Tante Minna, eine Cousine meiner Mutter, in Regensburg. Die darf ich dann besuchen. Den Weg dorthin nutze ich, um mir am Bahnhof Zigaretten, die Zwölferpackung Ernte 23 zu einer Mark, zu kaufen und zu rauchen. Ich werde dabei beobachtet und prompt „gemeldet“.

Auf dem Weg zu meiner Tante mache ich auch ganz gerne einen kleinen Umweg über die Von-der-Tann-Straße, in der sich ein Nachtlokal befindet. In den Schaufenstern sind zahlreiche Fotos spärlich bekleideter Damen zu sehen, die ich eingehend in Augenschein nehme. Ihre Brustwarzen sind nur mit kleinen Sternchen schamhaft abgedeckt, ansonsten sind sie nackt. Ich werde dabei beobachtet und natürlich wieder gemeldet.

Eines schönen Sonntags geschieht es, dass ich in den Hohen Dom zur Messe gehe. Ich habe von meinem Bruder einen der damals wahnsinnig angesagten langen Schals geschenkt bekommen, den ich zur Feier des Tages trage. Noch am Abend desselben Tages zitiert mich Nitsche zu sich und wirft mir vor, völlig unmöglich angezogen im Dom erschienen zu sein und es noch nicht einmal für nötig befunden zu haben, die Mütze dort abzunehmen. Ich fühle mich völlig zu Unrecht beschuldigt. Aber er besteht darauf, man habe mich schließlich dabei beobachtet und gemeldet.

Wie allgemein bekannt, haben Internate, zumal katholische, ein strukturelles Problem, über das nicht gern gesprochen wird: die Insassen sind alle gleichen Geschlechts. Gleichgeschlechtlich kann zwei Bedeutungen haben: 1. im Geschlecht übereinstimmend (Antonym: gemischt- oder verschiedengeschlechtlich); 2. auf ein Wesen des gleichen Geschlechts gerichtetes libidinöses Verlangen oder Verhalten, also homosexuell (Antonym: gegengeschlechtlich, heterosexuell). Im realen Alltag des Internats, vor allem bei erwachender Pubertät, vermischen sich oft beide Bedeutungen. Es entsteht ein merkwürdiges Klima, der im Kaff so genannte Schwuling bricht aus.

Nun darf man sich das nicht gleich so vorstellen, als würden wir irgendwelche vulgären Sachen da treiben. Es regt sich einfach nur das Bedürfnis nach etwas vertrauenerem Umgang, einer Art gemeinsamer Privatheit, danach, den Vertrauten mit Vornamen anzusprechen, selbst beim Vornamen genannt zu werden. Möglich auch, dass mal Zärtlichkeiten ausgetauscht werden. So wie dies bei Mädchen gleichen Alters zu beobachten ist, ohne sie deshalb gleich lesbischer Neigungen zu zeihen. Doch kommen sofort Verdächtigungen aller Art auf: jede Bewegung, jede Annäherung, jedes heimliche Treffen wird beargwöhnt. Natürlich werde ich wieder beobachtet und gemeldet.

Am ehesten glaubt der Präfekt Z., damals Student an der Pädagogischen Hochschule, die Situation erfasst zu haben. Seine Spezialgebiete sind die Soziologie mitsamt dem Anfertigen von Soziogrammen. Offenbar

Miä Lääwaafn

in der Pädagogik gerade hoch im Schwange. Eines Nachts bittet er uns, Lutz und mich, zu einer Art Mediationsgespräch in sein Kämmerlein und macht in weitschweifiger Einleitung darauf aufmerksam, dass Zuneigung und Treue durchaus positive Tugenden seien, die wir uns aber besser für später, etwa die Ehe, aufheben sollten. Er hält den Bann der Sprachlosigkeit für nunmehr gebrochen. Doch signalisiert er uns letztlich nur, er wisse um unser „Geheimnis“, und am besten sei es, wir würden künftig jeglichen vertrauten Umgang miteinander vermeiden, um uns weiteren Ärger zu ersparen.

Ich überhöre geflissentlich die mit diesem nächtlichen Vortrag beabsichtigte Intervention; Lutz hingegen ordnet sich sofort unter. Er lässt mich in meinem nun erst recht anhebenden Gefühlstaumel einfach allein. Der Gipfel der von da ab einsetzenden Distanzierung ist ein Musikdiktat, bei dem uns immer Melodien, Akkordfolgen und mehrstimmige Sätze vorgespielt werden, die wir niederzuschreiben haben. Ich bin in dieser Disziplin eigentlich immer recht erfolgreich, weil ich ein gutes Gehör habe. Lutz aber zeigt deutlich Schwierigkeiten und hängt erkennbar nach, weshalb ich ihm großzügig meine Hilfe angedeihen lasse. Als wir die Arbeit zurückbekommen, habe ich eine Sechs, er eine Zwei – weil ich bei ihm angeblich abgeschrieben haben soll. Kein Wort der Klarstellung, kein erkennbares Zeichen von Mitleid.

Proteste hätten übrigens auch gar nichts genutzt. Wenn sie dich auf dem Kieker haben, perlen alle Versuche, sie davon abzubringen, wie an einer Regenhaut ab. Noch vor Abschluss des Schuljahres türmen sich jedenfalls die Konflikte, die ich im Internat und in der Folge dann auch in der Schule auszufechten habe, so hoch auf, dass es für mich keinen Ausweg mehr gibt: in Griechisch von einer Zwei auf eine Fünf abgestürzt, in Mathematik, eigentlich meinem Paradenfach, auf Fünf stehend, und jetzt auch noch in unserem Kernfach Musik eine Fünf. Ich beschließe kurzerhand, meinen Namenspatron, Ulrich von Hutten, zum Vorbild nehmend, das Kaff für immer zu verlassen. Peter leiht mir das Fahrgeld und so breche ich Anfang Juni auf zu neuen Taten.

Was bleibt? Ich kann, so oft ich in den darauffolgenden Jahren auch dorthin fahre, die Schwelle zum Kaff nicht mehr überschreiten – nur ein einziges Mal zusammen mit Lutz, als er seine gleichfalls dorthin expedierten Söhne besuchen will. Ich träume immer wieder davon, die Reifeprüfung im Kaff als Externer abzulegen: ich bestehe, wenn auch mit Ach und Krach, die Prüfung in Latein und Griechisch, scheitere aber ausgerechnet in Mathematik. Diese Alpträumerei hört übrigens schlagartig auf, nachdem ich meine Doktorprüfung als Ingenieur mit Auszeichnung abgelegt habe.

Beim zwanzigjährigen Jubiläum meines Abiturjahrgangs bin ich zum ersten Mal wieder dabei, wozu mich mein alter Freund Lutz ausdrücklich ermuntert. Übrigens kann ich mich selbst bei solcher Gelegenheit nicht dazu überwinden, an der bei solchen Treffen üblichen Begehung des Kaffs teilzunehmen. Zum Vierzigjährigen bin ich ebenfalls wieder da. Ob ich nächstes Jahr zum Fünfzigjährigen noch einmal dazukomme, weiß ich noch nicht.

Inzwischen ist mit viel Getöse ein Missbrauchsreport erschienen, der Hunderte Vorfälle von Gewaltexzessen und sexuellen Übergriffen an Schutzbefohlenen im Kaff dokumentiert. Ich lese staunend, was dort, vor allem zu meiner Zeit, alles geschehen sein soll: fast zweihundert Vorfälle allein in den 1960er Jahren, über 500 in der Zeit von 1947 bis 1999. Ich müsste eigentlich zu den Traumatisierten unter den ehemaligen Kaffinsassen gehören. Aber Opfer von Gewalt oder sexuellen Übergriffen? Ich kann nur bestätigen, was Johannes, der inzwischen in den Ruhestand versetzte Oberstleutnant der mit der Musik kämpfenden Truppe, in einem Interview mit der Süddeutschen Zeitung behauptet: „So mancher Klassenkamerad, der sich nun als Opfer darstellt, ist mir eher als rechter Auftreiber in Erinnerung.“ Ich weiß nicht genau, was ein „Auftreiber“ ist, und wen er mit dieser Bemerkung vor Augen hat.

Am ehesten könnte eine solche Charakterisierung auf Franz-Josef, den Friesen, passen: der studiert nach dem Abitur Politologie und treibt

Miä Lääwaafn

sich, vermutlich sehr zum Verdruss seiner CSU-affinen Verwandtschaft, in einer der vielen vom Verfassungsschutz ferngesteuerten K-Sekten herum. Irgendjemand entdeckt ihn als traurigen Barpianisten und bringt ihn als musikalischen Leiter an einer großen deutschen Bühne unter. Seitdem veranstaltet er überaus erfolgreich gefällige Singspiele fürs Juste Milieu zu aktuellen Themen, die er aus populären Fremdkompositionen zusammenmontiert. Sein letztes Stück nimmt direkt Bezug auf den Missbrauchsskandal, dem er aber seiner privilegierten Stellung halber niemals selber zum Opfer gefallen sein dürfte.

Selbst bei vielem Nachdenken wird mir immer noch nicht klar, woher meine psychischen Auffälligkeiten kommen. Es ist ja wahr: ohne die musikalische Ausbildung, Klavier bei Professor Hans Ehlers, Harmonielehre bei Franz Lehrndorfer, Kontrabass bei Kurt Relle, hätte ich heute bei weitem nicht so viel Freude am fröhlichen Jazz; die drastische Stringenz, mit der uns Kurt Riedel Geometrie und Algebra eingebimst hat, selbst Latein und Griechisch – all das ist mir bis heute immer wieder nützlich, obwohl ich noch nicht einmal das „volle Programm“ mitgemacht habe.

Wäre da nicht das neuerdings allenthalben wieder aufkeimende, völlig verschrobene, aus der Zeit gefallene Elitedenken. Das erledigt sich allerdings recht einfach ganz von alleine: Einrichtungen wie das Kaff zeichnen sich vor allem durch eines aus: sie produzieren überdurchschnittlich viele gescheiterte Existenzen. Beim Heranziehen von Talenten hingegen weisen sie nur bescheidene Erfolge auf. Dies kann auch gar nicht anders sein, denn es dürfte sich als ziemlich aussichtslos erweisen, signifikante Unterschiede nachzuweisen zwischen denen, die sich und ihre Brut als Elite wännen (in der Regel die Mütter von „Höchstbegabtenkindern“), und der ohnehin anzutreffenden Verteilung von Naturbegabungen in der ganz gewöhnlichen Bevölkerung.

Das Kaff bietet aber außer seiner bedrückend katholischen Ideologie und dem randständigen A-capella-Kitsch bis heute nichts, was auch nur andeutungsweise in eine emanzipative Richtung weisen könnte.

Dialektische Methode

*Methode haben heißt
mit dem Weg der Sache gehen
(Ernst Bloch)*

Ein Hexagramm des Yi Jīng generiert man durch Werfen dreier Münzen. Von unten beginnend ergibt jeder Wurf mit dreimal Kopf eine schwache (wandelbare) yīn-Linie, dreimal Zahl eine schwache (wandelbare) yáng-Linie. Bei zweimal Kopf und einmal Zahl liegt eine starke (stabile) yáng-Linie vor, bei zweimal Zahl und einmal Kopf eine starke (stabile) yīn-Linie. Eine schwache yīn-Linie wandelt sich in eine starke yáng-Linie, und umgekehrt wandelt sich eine schwache yáng-Linie in eine starke yīn-Linie. Die Erläuterungen des Yi Jīng zu den Hexagrammen befassen sich damit, auf welcher der sechs Positionen der Münzwurf eine schwache Linie ergeben hat.

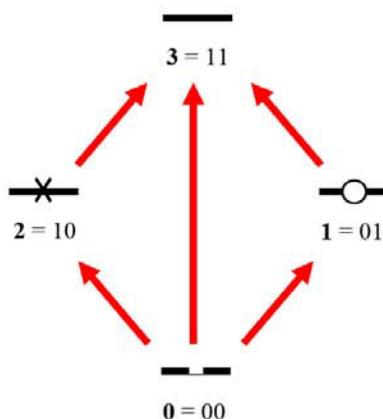
Dem Yi Jīng liegt also – so gesehen – eine vierwertige Logik zugrunde, die auf zwei semantische Domänen, nämlich den Bereich der starken und den der schwachen Linien verteilt ist. Mit sechs möglichen Domänen für je zwei Wahrheitswerten ergibt sich mit der Codierung der Linien **0** = 00 (starke yīn-Linie), **1** = 01 (schwache yīn-Linie), **2** = 10 (schwache yáng-Linie) und **3** = 11 (starke yáng-Linie) die nachfolgend gezeigte Zeichenreihe:

			
starke yīn-Linie 0 = 00	schwache yīn-Linie 1 = 01	schwache yáng-Linie 2 = 10	starke yáng-Linie 3 = 11

Diese vier Zeichen bilden wiederum, ähnlich wie die Trigramme, eine Halbordnungsstruktur der unten gezeigten Form (vgl. Was ist eigentlich Dialektik?). Diese Struktur ergibt sich aus der Annahme, dass man die vier Elementarzeichen als zweidimensionale Binärvektoren codieren kann. Jeder Pfeil repräsentiert dann eine zweiwertige Logik; der Wert

Miä Lääwaafn

am Pfeilschwanz übernimmt die Rolle der 0, der Wert an der Pfeilspitze die Rolle der 1 in der zugehörigen zweiwertigen Logik.



Hasse-Diagramm der vier Elementarzeichen des Yi Jing

Die logischen Verknüpfungen der vierwertigen Vektoren sind dabei komponentenweise anzuwenden. So ergibt beispielsweise $1 \wedge 2 = 0$, während $1 \vee 2 = 3$ ist, wovon man sich durch Auswertung in Vektorschreibweise $01 \wedge 10 = 00$ bzw. $01 \vee 10 = 11$ überzeugen kann.

\wedge		q			
		0	1	2	3
p	0	0	0	0	0
	1	0	1	0	1
	2	0	0	2	2
	3	0	1	2	3

\vee		q			
		0	1	2	3
p	0	0	1	2	3
	1	1	1	3	3
	2	2	3	2	3
	3	3	3	3	3

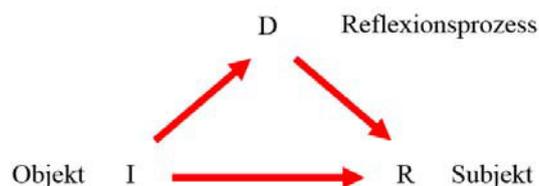
Wertetabellen der vierwertigen Logik: Konjunktion $p \wedge q$ (links), Disjunktion $p \vee q$ (rechts); Transjunktionen grau hinterlegt

Zugleich machen diese beiden Beispiele deutlich, dass das Wertepaar (1, 2) keine zweiwertige Logik darstellt. Vielmehr haben wir es bei der so strukturierten vierwertigen Logik des Yi Jing mit fünf lokalen zwei-

wertigen Logiken zu tun, wobei sich für Konjunktion und Disjunktionen die oben gezeigten Wertetabellen ergeben. Die Besonderheit bei der Verknüpfung der Werte **1** und **2** im Vergleich zu allen anderen Verknüpfungen besteht darin, dass keiner der beiden angebotenen Werte ausgewählt wird, sondern als Ergebnis ein Wert außerhalb des lokalen Wertebereichs in dieses hinein importiert wird. Man spricht dann von *transjunktiver* Verknüpfung oder *Transjunktion*.

Die Struktur der so gewonnenen vierwertigen Logik entspricht exakt einer auf gänzlich anderer Grundlage entwickelten Logik, nämlich der Fraktalen Logik von Manfred Peschel. Diese ging aus Überlegungen hervor, zu denen Peschel sich in Meditationen über das JHWH-Tetra-gramm יהוה aus dem jüdischen Tanach in Verbindung mit der Kabbalah und dem *Dào Dé Jīng* (道德经) von Lǎozǐ anregen ließ.

Einen wiederum ganz anderen Ansatz stellt die transklassische dreiwertige Logik vor, mit der Gotthard Günther ursprünglich die Grundlegung für eine Formalisierung der Hegelschen Dialektik vorantreiben wollte. Sie basiert auf drei logischen Sphären, nämlich Objekt, Subjekt und Reflexionsprozess, die jeweils paarweise einen zweiwertigen logischen Bereich, eine sogenannte *Kontextur* konstituieren.



Hasse-Diagramm einer dreiwertigen Logik

Die aus Subjekt und Objekt gebildete Kontextur bezeichnet Günther als *Transzendentalidentität*, um damit zum Ausdruck zu bringen, dass der Übergang vom Objekt ins Subjekt (und vermutlich umgekehrt) nach wie vor ungeklärt sein soll, in seinem Sinne also „transzendent“ ist. Die aus Subjekt und Reflexion entstehende Kontextur ist die *Reflexionsidentität*, und die *Seinsidentität* schließlich ist die sich aus Objekt und

Reflexion zusammensetzende Kontextur. In jeder dieser drei Kontexturen soll lokal eine zweiwertige Logik gelten.

Zur Festlegung von deren Verbandsstruktur kann man wieder ein Hasse-Diagramm heranziehen, das den Zusammenhang zwischen den drei Wahrheitswerten als Halbordnung darstellt. Der dem Objektiven zugeordnete Wahrheitswert ist I (für Irreflexivität), der dem Subjektiven zugeordnete Wahrheitswert ist R (für Reflexivität) und der dem Reflexionsprozess zugeordnete Wahrheitswert ist D (für doppelte Reflexivität). Wenn wir wieder jeweils die beiden durch einen Pfeil miteinander verbundenen Werte bei Konjunktion und Disjunktion so interpretieren, als ob am Pfeilschwanz eine logische 0 und an der Pfeilspitze eine logische 1 stehen würde, erhalten wir die beiden nachfolgend gezeigten Wahrheitstabellen.

		q		
		I	R	D
p	I	I	I	I
	R	I	R	D
	D	I	D	D

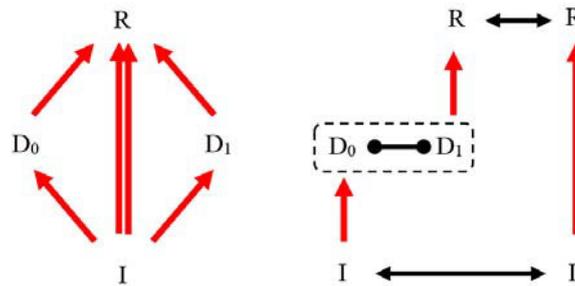
		q		
		I	R	D
p	I	I	R	D
	R	R	R	R
	D	D	R	D

*Wertetabellen der dreiwertigen Logik: Konjunktion $p \wedge q$ (links),
Disjunktion $p \vee q$ (rechts)*

Die in dieser Form strukturierte Halbordnung lässt sich gleich zweifach in das Hasse-Diagramm der vierwertigen Logik einbetten (s. nachfolgendes Bild). Dabei gilt: wann immer in einem Knoten des Hasse-Diagramms ein Pfeil endet und ein anderer Pfeil beginnt, findet in diesem Knoten ein Rollentausch statt. Bei der vierwertigen Logik finden wir diese Bedingung zweimal erfüllt, und zwar in den Knoten D_0 und D_1 , die beide, entsprechend den Güntherschen Überlegungen, als Reflexionsprozesse aufgefasst werden können.

Es ergibt sich nunmehr das Bild, dass die Reflexionsprozesse gedoppelt auftreten, weshalb Günther sie zurecht als „doppelt-reflexiv“ bezeichnete. Er nennt Verbindungen, die innerhalb einer Ordnungsrelation ein

symmetrisches Austauschverhältnis bilden, *Proërialrelationen* (vermutlich von $\pi\rho\iota\acute{\epsilon}\nu\alpha\iota$ „an der Spitze marschieren“). Ein solches Austauschverhältnis wäre mit der Verbindung von $D_0 - D_1$ aus der vierwertigen Logik gegeben, so dass es nahelegt, die vier Wertebereiche der vierwertigen Logik zu einer Proërialrelation zusammenzufassen. Der irreflexive und der reflexive Bereich, I und R, sind in den beiden parallelen Pfaden als unvermittelt äquivalent aufzufassen, was in der nachstehenden Proërialrelation mit einem Doppelpfeil als Äquivalenzrelation markiert ist. Um diese Äquivalenz sicherzustellen zu können, müssen die Reflexionsprozesse in D_0 und D_1 mit Austauschvorgängen einhergehen, damit insgesamt die Halbordnungsstruktur von I, R und D erhalten bleiben kann. Diese Betrachtung wäre spätestens im Zusammenhang mit der Widerspiegelungsmetapher wieder aufzunehmen.



Vierwertige Logik: Hasse-Diagramm (links) und Proërialrelation (rechts)

Man kann diese Betrachtung noch etwas verallgemeinern, wenn man für I, R und D eine strikt transitive Ordnungsstruktur $I \rightarrow R$, $R \rightarrow D$ und $I \rightarrow D$ annimmt und die drei zugehörigen Wahrheitswerte den Verknüpfungsoperationen \wedge und \vee unterzieht, wobei sich diese auf acht verschiedene Weisen über ihre drei Kontexturen verteilen lassen.

Dabei enthält die Kontextur 1 die Werte I und R, die Kontextur 2 die Werte R und D und die Kontextur 3 die Werte I und D. Die Ergebnisse dieser acht verschiedenen Verknüpfungsoperationen zeigt die nachfolgend abgebildete Tabelle.

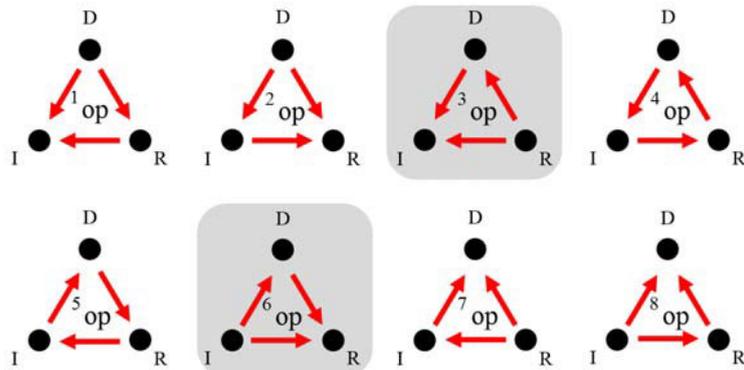
Die danach angegebenen Schemata zeigen die hieraus resultierenden Präferenzstrukturen für jede dieser acht möglichen Verteilungen konjunktiver und disjunktiver Verknüpfungen. Wie zu sehen ist, entspricht die von mir gewählte Halbordnung den beiden zueinander komplementären Präferenzstrukturen ³op und ⁶op. Günther geht bei der Definition seiner Verknüpfungsoperationen von einer als Diallele bezeichneten Struktur aus, der gemäß bei der Konjunktion R gegenüber I, I gegenüber D und D gegenüber R bevorzugt wird; bei der Disjunktion hätte man es danach mit einer hierzu komplementären Präferenzlogik zu tun.

<i>P</i>	<i>q</i>	¹ op	² op	³ op	⁴ op	⁵ op	⁶ op	⁷ op	⁸ op
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
R	I	I	R	I	R	I	R	I	R
D	I	I	I	I	I	D	D	D	D
I	R	I	R	I	R	I	R	I	R
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
D	R	R	R	D	D	R	R	D	D
I	D	I	I	I	I	D	D	D	D
R	D	R	R	D	D	R	R	D	D
D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

Wertetabelle der auf drei logische Bereiche verteilten Konjunktion und Disjunktion

Seinen pffiffigen Einfall garniert Günther mit Hegel-Paraphrasen, etwa der, dass „die Selbstvermittlung des Denkens durch die doppelte (totale) Reflexion absolut“ sei. Für eine Festlegung der Konjunktion als Verknüpfung ⁴op und der Disjunktion als Verknüpfung ⁵op plädiert Günther vermutlich aus keinem anderen Grund als dem, dass nur diese beiden Verknüpfungsvarianten zirkulär und nichttransitiv sind und sich insofern gegenüber den anderen Strukturen genau in diesem Alleinstellungsmerkmal unterscheiden. Die Anregung dazu lieferte ihm die von McCulloch so genannte Diallele, eine angeblich „im Sinne der klassischen Logik eigentlich unzulässige neuronale Struktur“ der eben beschriebenen zirkulären Präferenz. Dazu sei nur so viel angemerkt: überprüft man die klassische Aussagelogik, so sind Ausdrücke wie $(A \diamond B) \wedge (B \diamond C) \supset (C \diamond A)$ bei sieben von sechzehn, also beinahe der

Hälfte aller zweistelligen Operatoren \diamond logisch wahr. Diallelen sind also durchaus nichts Besonderes und schon gar nicht unzulässig.



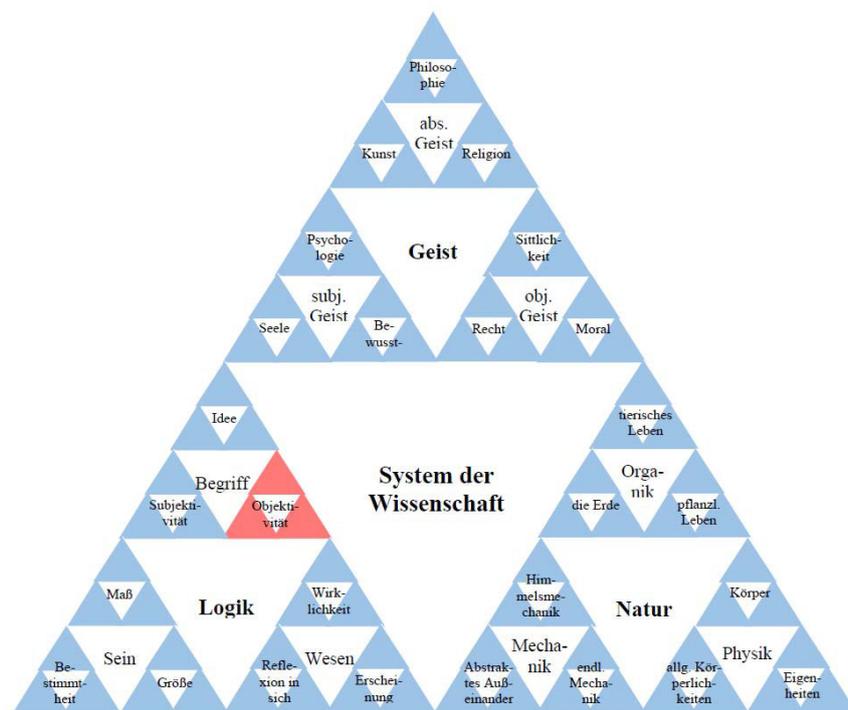
*Präferenzstruktur der auf drei logische Bereiche verteilten
Konjunktion und Disjunktion*

Hegel betont bereits in der Einleitung seiner Großen Logik nachdrücklich, dass es ihm darum zu tun sei, „nicht nur abstrakt Allgemeines“ zu betrachten, „sondern ein Allgemeines, das den Reichtum des Besonderen, des Individuellen, des Einzelnen in sich fasst“. Tatsächlich lässt sich diese triadische Figur Allgemeines - Besonderes - Einzelnes durch seine gesamte Philosophie hindurch verfolgen. In fast allen seinen Schriften ist eine Gliederung in Dreierfiguren unübersehbar. So ist beispielsweise die Hegelsche Enzyklopädie in die Bereiche Logik, Natur und Geist eingeteilt. Der Teil der Logik wiederum besteht aus den Kapiteln Sein, Wesen und Begriff, der Teil über die Natur hat die Kapitel Mechanik, Physik und Organik und schließlich der dritte Teil vom Geist handelt vom subjektiven, objektiven und absoluten Geist. Das Kapitel Sein gliedert sich in Bestimmtheit (Qualität), Größe (Quantität) und Maß (qualitative Quantität), und so geht es munter weiter bis zu Gott-Vater, Gott-Sohn und Heiligen Geist.

Die Enzyklopädie (Gr. ἐγκύκλιος kreisförmig + παιδεία Unterweisung), auf die Hegel so großen Wert gelegt hatte, bedeutet, wörtlich übersetzt, „Unterweisung in Kreisen“. Nur wird aus einem Dreiertakt von alleine

Miä Lääwaafn

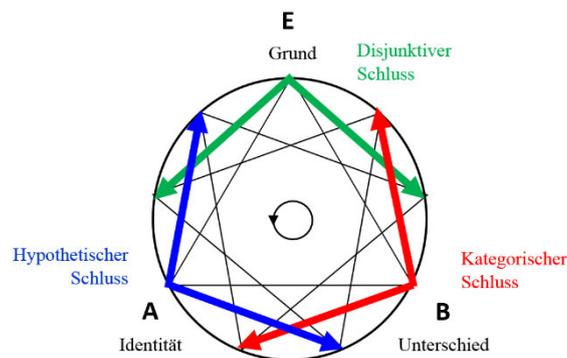
noch kein Kreis. Besieht man jedoch die Struktur seiner subjektiven Begriffsbildung, so unterscheidet Hegel hierbei die drei erwähnten Momente: der Begriff in seiner *Allgemeinheit* (A), der Begriff in seiner *Besonderheit* (B) und der Begriff in seiner *Einzelheit* (E). Er weist ausdrücklich darauf hin, dass dies dasselbe sei wie Identität, Unterschied und Grund im Abstrakten.



*Hegelsches System der Logik als Sierpinski-Dreieck
(nach Grimsmann & Hansen, 2007)*

Diese drei Momente sind auf dreierlei Weise miteinander verbunden: Den qualitativen Schluss lässt Hegel entsprechend der Figur E-B-A aus der Überlegung hervorgehen, dass ein Subjekt als Einzelnes durch eine Qualität mit einer allgemeinen Bestimmtheit zusammengeschlossen ist.

Er nennt diese Figur auch Schluss des Daseins. Beim Schluss der Notwendigkeit heißt dies *kategorischer Schluss*. Die zweite Figur A-E-B hat die Einzelheit des Subjekts in ihrer Mitte, woraus sich mit der abstrakten besonderen Bestimmtheit aller einzelnen konkreten Subjekte, denen nur unter anderem auch jene Bestimmtheit zukommt, der Schluss der Allgemeinheit (oder Allheit) ergibt. Hegel nennt dies den Reflexionsschluss. Beim Schluss der Notwendigkeit ist dies der *hypothetische Schluss*. Die dritte mögliche Schlussfigur folgt dem Muster B-A-E. In dieser leitet das Allgemeine von der abstrakten Bestimmung hin zur konkreten Einzelheit über. Hegel nennt ihn den Schluss der Notwendigkeit und dort speziell *disjunktiven Schluss*.



Schlussfiguren der Hegelschen Kreislogik

Alle drei Schlüsse fordern sich gegenseitig: der kategorische Schluss bedarf des hypothetischen, und dieser bedarf des disjunktiven; sie sind zyklisch zu durchlaufen und begründen in diesem Sinne eine *Kreislogik*. Das hierbei entstehende Muster erinnert stark an ein mit Speichen bewehrtes Rad, das, erst einmal in Gang gesetzt, sich durch den Begriffsbrei wühlt, von dem wir umzingelt sind.

Wir wollen zusehen, wohin uns das führt ...

Miä Lääwaafn

Unendliche Geschichte des Radfahrens

*Radfahren kommt dem Flug der Vögel am nächsten.
(Louis J. Halle)*

Das Fahrrad ist eine der beeindruckendsten Maschinen, die in den letzten paar Jahrhunderten erfunden worden ist. Aufgebaut aus wenig mehr als 300 Bauteilen, ermöglicht diese Maschine ihren Benutzern, sich bei vergleichsweise geringem Kraftaufwand mit einer Geschwindigkeit fortzubewegen, die einem Mehrfachen der gewöhnlichen Fußgängergeschwindigkeit entspricht. Fahrräder lassen sich mit geringem Aufwand an Energie und Rohstoffen produzieren, weshalb sie auch am Anfang einer massenhaften Mobilität für alle Schichten der Bevölkerung gestanden haben. Sie eignen sich auch heute noch als Verkehrsmittel für einen großen Teil der in der Stadt zurückgelegten Wege hervorragend (mehr als 50% der in einer Stadt zurückgelegten Wege sind weniger als 5 Kilometer lang). Im Innerortsbereich beträgt die Durchschnittsgeschwindigkeit von Autos circa 20 km/h, also nur unwesentlich schneller (wenn überhaupt!) als Fahrräder – nur dass Fahrräder keinen Sprit verbrauchen und keinen Lärm machen.

In der technischen Evolution kam das Automobil *nach* dem Fahrrad in massenhafte Benutzung. Es ist bekannt: nicht jeder Schritt der Evolution ist ein Fortschritt. Dennoch stellt sich die Frage, was die Ursachen für die mittlerweile über Jahrhunderte vor sich hin stagnierende theoretische Auseinandersetzung mit dieser gigantischen Erfindung und besonders mit dem Radfahren sein mögen. Ist es zu „popelig“, sich mit Fahrrädern zu beschäftigen? Nochmal: wir sprechen über Maschinchen, bestehend aus ein paar hundert Bauteilen. Das klingt nicht nach großem Entwicklungspotential, nicht wahr? Vor allem gibt es keine Produktionsfirmen für Fahrräder, die einen ähnlich großen Umsatz erzielen würden wie, sagen wir, Automobilhersteller. Das Preisvolumen bei Fahrrä-

Miä Lääwaafn

dern ist nur ein verschwindender Bruchteil des von Automobilen repräsentierten Werts. Entsprechend klein ist auch das mit Fahrrädern erzielbare Profitvolumen.

Damit hätte sich die Frage nach einer Überwindung der Stagnation neuer Entwicklungsansätze für Fahrräder erledigt?

Seit dem Jahr 2000 war mir einer der international bekanntesten Regelungstheoretiker, Karl J. Åström, durch eine regelrechte Kavalkade von Vorträgen und Artikeln über das Radfahren aufgefallen. Also begann auch ich, mich wissenschaftlich und praktisch fürs Radfahren zu interessieren.

Für sich genommen ist das Fahrrad (wie das meiste für sich Genommene) vor allem dumm. Eine dumme Maschine. Lehnt man es nicht irgendwo an, fällt es einfach um. Zu seiner Bestimmung ist es nur fähig, wenn sich eine des Radfahrens kundige Person darauf und es in Bewegung setzt. Mit anfangs kräftigen Lenkerausschlägen, die mit zunehmender Geschwindigkeit kleiner werden, gelingt es dann, das Fahrrad zu stabilisieren. Das heißt: in aufrechter Position halten; der Radfahrer balanciert als Einheit aus Subjekt und Objekt auf einer dialektischen Maschine, einem kippeligen Gefährt. Das Erlernen des Radfahrens soll mitunter schmerzhaft verlaufen, aber wer es einmal geschafft hat, wird es sein Leben lang nicht verlernen. Sagt man.

Balancieren, Stabilisieren – am Beispiel eines Stabes lässt sich das Prinzip des Gleichgewichthaltens ganz leicht demonstrieren: man nehme einen Stab, einen Besenstiel etwa, und plaziere diesen aufrecht auf der nach oben ausgestreckten Handfläche. Dem dabei ständig drohenden Umfallen des Besenstiels wirke man durch rasche, gleichwohl behutsame Bewegungen der Handfläche entgegen, und zwar in die Richtung, in welche der Besenstiel sich neigt. Gelingt es, die Handfläche so zu bewegen, dass der Besenstiel möglichst genau senkrecht oberhalb seines Stützpunkts auf der Hand bleibt, ist der Besenstiel in Balance. Je nach Reaktionsschnelle pendelt er mehr oder weniger ausgeprägt um

die aufrechte Position.

Wir sind längst daran gewohnt, alles was wir nicht verstehen, der Wirkung eines Feldes zuzuschreiben. Hält man mit der Handbewegung inne, fällt der Besenstiel um. Seine aufrechte Position ist instabil geworden. Der Besenstiel fällt zu Boden, worin er dem Schwerfeld folgt. Dessen Wirkung wird nur dann aufgehoben, wenn der Stab daran gehindert werden kann zu entscheiden, nach welcher Seite er umfallen, der Schwerfeldwirkung also folgen soll. Die Balance wird gerade solange gehalten, wie der Stützpunkt des Besenstiels sich exakt unterhalb des Schwerpunkts befindet. Nur dann verbindet die vertikale Wirkungslinie des Schwerfelds den Schwerpunkt mit dem Stützpunkt. Jede kleine Abweichung hiervon ruft unweigerlich eine Drehung des Schwerpunkts um den Stützpunkt auf der Handfläche hervor, was wir dann prompt als Umfallen des Besenstiels beobachten.

Auf ähnliche Weise geht das Radfahren vonstatten. Fahrrad und Radfahrer bilden, von vorne wie von hinten betrachtet, ein aufrecht stehendes oder inverses Pendel – wie der Besenstiel auf der Handfläche. Sie haben beide einen gemeinsamen Schwerpunkt, nur hat das Fahrrad nicht einen, sondern zwei Stützpunkte: die Punkte nämlich, in denen die beiden Räder die Straßenoberfläche berühren. Durch eine Gerade miteinander verbunden bilden diese beiden Kontaktpunkte eine Achse, um die sich Fahrrad mitsamt Radfahrerin drehen würde, wenn die Balance verloren ginge. In der aufrechten Position halten sie sich nur solange, wie ihr gemeinsamer Schwerpunkt ... nun ja, an dieser Stelle sind die Gemeinsamkeiten von Besenstiel und Radfahren leider allmählich erschöpft. Beim Besenstiel haben wir einfach eine Wirkungslinie des Schwerfelds, die – ausgehend vom Schwerpunkt – durch den Stützpunkt auf der Handfläche gehen muss. Beim Radfahren dagegen müssen wir die Stützpunkte von Vorder- und Hinterrad sowie weitere Wirkungslinien in Betracht ziehen, was damit zu tun hat, dass wir auf dem Fahrrad nicht nur balancieren, sondern uns damit auch noch fortbewegen wollen. Diese Überlagerung können wir nicht vermeiden, aber

immerhin beeinflussen.

Im Jahr 1868 veröffentlichte der schottische Physiker James Clerk Maxwell die Arbeit „On Governors“, in der er dem Phänomen gelegentlich auftretender Instabilitäten bei fliehkraftreglergeführten Dampfmaschinen auf den Grund ging. Die Voraussetzungen zur Analyse dynamischer Vorgänge mechanischer Systeme mit Hilfe von Differentialgleichungen, die er zur Bestimmung stabiler Arbeitsbereiche nutzte, waren offensichtlich gegeben. Und man beachte: rund 80 Jahre sind seit Einführung der Fliehkraftregler vergangen.

Ein Jahr später, 1869, befasste sich der gleichfalls schottische Physiker William John Macquorn Rankine, einer der Begründer der Thermodynamik (beispielsweise gab er der „lebendigen Kraft“ die Bezeichnung Energie), als erster Wissenschaftler mit dem Radfahren. Der Titel seines Artikels war „On the Dynamical Principles of the Motion of Velocipedes“. Die Urform des Fahrrads, das Laufrad oder Veloziped, war ziemlich genau 50 Jahre zuvor von Karl Drais dem geneigten Publikum in Mannheim vorgestellt worden.

Rankine unterteilte seine Untersuchung in drei Bereiche: Balancieren, Lenken und Antrieb. Anders als bei Maxwell handelt es sich bei seiner Arbeit jedoch nicht um eine quantitative Beschreibung der Radfahrvorgänge in Form von Differentialgleichungen, sondern um eine ausgiebig detaillierte verbale Beschreibung, verziert mit einigen einfachen Formeln. Vor allem aber handelte sie vom *Radfahren*, und nicht etwa nur vom *Fahrrad für sich*. Abschließend stellt Rankine noch seine Überlegungen zur Stabilität eines Fahrrads mit Hinterradlenkung vor. Er schloss nicht aus, dass es mit dieser Art Lenkung zwar auch möglich sei, das Gleichgewicht zu halten, allerdings nicht für den Normalbenutzer, sondern nur für sehr geschickte Radfahrer. Damit endeten diese Mitteilungen über die dynamischen Prinzipien der Bewegung von Velozipeden.

Es sollten weitere 30 Jahre vergehen, bis erste Veröffentlichungen erschienen, die den Anspruch, die Dynamik der Fahrradbewegungen zu beschreiben, entsprechend den damaligen (und auch heute noch) geltenden Anforderungen, einlösten. In kurzer Folge erschienen Arbeiten von M.J. Boussinesq (1898, 1899), M.E. Carvallo (1898), G.R.R. Routh (1898/1899), M.C. Bourlet (1899) und F.J.W. Whipple (1899). Wieder sind es rund 80 Jahre, die offenbar von der Erfindung des Radfahrens bis zu einer adäquaten physikalischen Theoriebildung vergehen mussten. Allerdings begann nunmehr eine fatale Entwicklung ihren Lauf zu nehmen, die sich über weitere 100 Jahre dahinquälen sollte: plötzlich spielten nämlich der Radfahrer, die Radfahrerin und mithin auch das Radfahren keine Rolle mehr. Es ging nur noch um das Objekt Fahrrad.

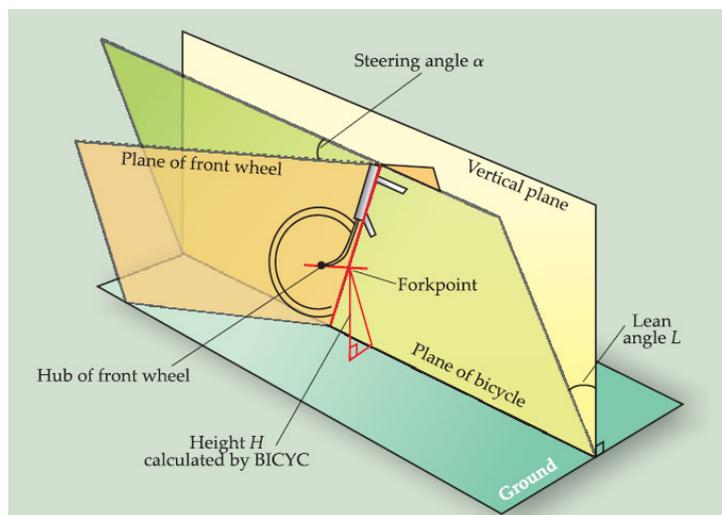
Im Jahre 1903 erschien von Felix Klein und Arthur Sommerfeld die Analyse der Stabilität des Fahrrads auf der Grundlage der von ihnen entwickelten Kreiseltheorie. Sie beziehen sich darin ausdrücklich auf die Arbeiten von Rankine, Carvallo, Whipple und Bourlet. Es darf indes bezweifelt werden, ob die ganze Frage nach einer Selbststabilisierung der Fahrraddynamik überhaupt sinnvoll gestellt ist; denn sie berührt nur das Fahrrad für sich. Allenfalls für die Handlungseigenschaften eines Fahrrads könnten sich hieraus gewisse Schlüsse ziehen lassen. Doch auch hierzu bräuchte man verlässliche Modelle des gesamten Systems einschließlich Radfahrer.

Erst im Jahr 1970 veröffentlichten A. van Lunteren und H. Stassen Ergebnisse ihrer Experimente an einem Fahrradsimulator, bei denen überhaupt erstmals explizit die Rolle der Radfahrer experimentell untersucht wurde. Deren Verhalten wurde durch PID-Regler approximiert, wobei sowohl Lenkerbetätigungen als auch Oberkörperbewegungen zur Stabilisierung des Radfahrvorgangs in die Analyse einbezogen wurden.

Im selben Jahr erschien die, wie manche Experten meinen, vielleicht wichtigste Arbeit zur Physik des Radfahrens, und zwar von dem britischen Chemiker David E.H. Jones. Er war der erste, der experimentell

Miä Lääwaafn

den Nachweis führte, dass Kreiselkräfte und -momente praktisch *keinerlei Einfluss auf das Fahrverhalten* nehmen. Anders dagegen der Nachlauf, d.h. der Abstand des Kontaktpunktes des Vorderrads von der Steuerrohrachse: fehlt dieser oder ist er ein Vorlauf (Kontaktpunkt des Vorderrads vor dem Steuerrohr), so lässt sich das Fahrrad nur sehr schwer stabilisieren.

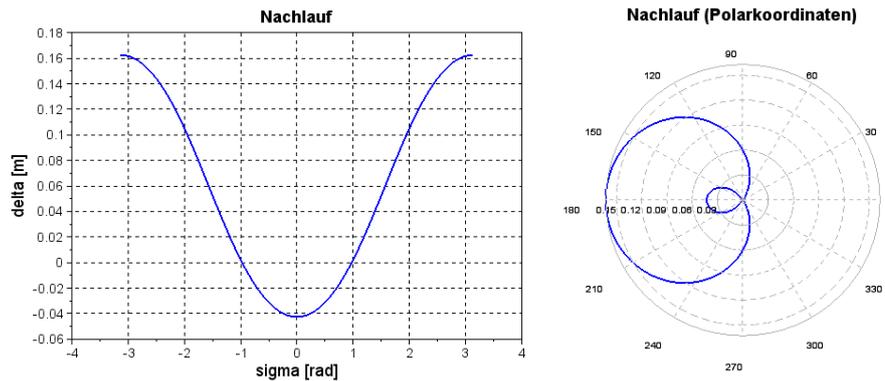


Geometrie des Vorderrades zur Herleitung des Gabelpunkts (Forkpoint) (Jones, 2006)

Zur Bestimmung des Nachlaufs erlangt nunmehr der sogenannte Gabelpunkt des Vorderrades in Abhängigkeit von dem Lenkerwinkel außerordentlich große Bedeutung. Es zeigt sich, dass der Nachlauf einer recht komplizierten Formel genügt, wie die nachfolgenden Graphen zeigen.

1988 stellte Richard S. Hand in einer Übersicht über die bis dahin bekannt gewordenen Fahrraddynamik-Modelle fest, seit der Arbeit von Whipple (1899) habe es keine substantiell neuen Erkenntnisse mehr gegeben. Dies betraf insbesondere die linearen Modelle, aber das Haupt-

interesse neigte sich nunmehr ohnehin der Modellierung der Fahrrad-
dynamik mit nichtlinearen Methoden zu.



Bestimmung des Nachlaufs in Abhängigkeit vom Lenkerwinkel

1989 publizierten Franke, Suhr und Rieß ein solches nichtlineares Modell. Dies kommentierte John Maddox in der August-Nummer 1990 der Zeitschrift „Nature“ wie folgt: „The essential problem of the bicycle – why does a moving bicycle not tip over more often – may at last have been solved. That at least is the implication of a report by G. Franke, W. Suhr and F. Riess from the University Oldenburg. But one should be cautious. In the long history of mechanics, claims that the problem of bicycling has been solved have been regularly followed by demonstrations that the claims are based on over-simple approximations that invalidate the conclusions.“ Besonders hervorzuheben sei im vorliegenden Fall jedoch, dass als unmittelbarer Nutzen für die Forschung mehr Fragen als Antworten geblieben seien: „What the new equations of motion mean for the behaviour of bicycle riders remains to be determined.“

2001 veröffentlichten Karl J. Åström und Jan Lunze einen Aufsatz, in dessen Überschrift sich die beiden Autoren, einigermaßen konsterniert, die Frage stellten: „Warum können wir Fahrrad fahren?“ Radfahren beschränkt sich für sie allerdings im wesentlichen auf die Vollführung der

Miä Lääwaafn

Balancieraufgabe; Lenken im Sinne einer Querführung (konstanter Abstand des Fahrzeugs vom Fahrbahnrand) kommt bei ihnen nicht vor. Immerhin gelingt ihnen eine plausible Erklärung des Sachverhalts, mit dem sich mehr als 140 Jahre davor Rankine bereits auseinandergesetzt hatte, nämlich dass das Radfahren mit einer Hinterradlenkung weitaus schwieriger zu bewerkstelligen ist als mit konventioneller Vorderradlenkung. Sie führen dies auf die Tatsache zurück, dass hinterradgelenkte Fahrräder kein minimalphasiges Übertragungsverhalten mehr haben, was die Regelung objektiv erschweren würde.

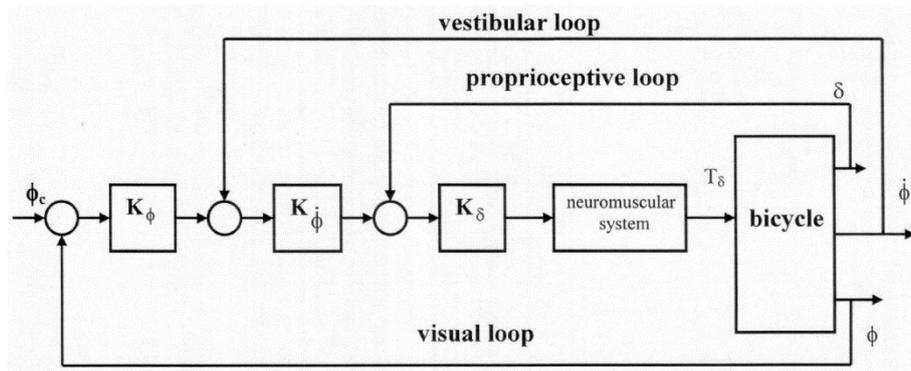
Fünf Jahre später im Jahr 2006 wurde, als ziemlich ungewöhnlicher Akt der Ehrerbietung, der erwähnte Artikel von David Jones aus dem Jahr 1970 erneut in „Physics Today“ abgedruckt, und zwar unverändert und versehen mit der spektakulären redaktionellen Interjektion:

Tired with quantum mechanics, Brillouain zones, Regge poles? Try this old, unsolved problem in dynamics: How does bike work?

In dieser Zeit häuften sich allerdings auch Beiträge zum Radfahren, die das autonom fahrende Fahrrad, d.h. den mobilen Zweiradroboter, in den Mittelpunkt ihrer Überlegungen stellten, wie z.B. Chih-Keng Chen und Thanh-Son Dao (2007), Jingang Yi, Dezhen Song, Anthony Levandovsky und Suhada Jayasuriya (2007) oder Chieh-Tsung Chi (2007).

In der Einleitung ihres 2011 erschienenen Beitrags „Human Control of Bicycle Dynamics“ weisen Mont Hubbard, Ronald Hess, Jason K. Moore und Dale L. Peterson darauf hin, dass – obwohl zahlreiche „human operator“-Regelungsmodelle für Flugzeuge und andere Fahrzeuge existieren – das Fahrrad mit einem Radfahrer ein Mensch-Maschine-System bleibe, das bislang kaum verstanden worden sei. Weder sei es gelungen, nützliche Hinweise für die Konstruktion von Fahrrädern mit bestimmten Handlingeigenschaften zu geben, noch sei das dynamische Verhalten selbst einfachster Fahrradmodelle mit fest damit verbunde-

nem Radfahrer vollständig aufzuklären. Weitergehende Fragen im Zusammenhang mit den fundamentalen Regelungsstrategien und -zielen der Radfahrer blieben ebenfalls unbeantwortet, obgleich sie den Schlüssel bieten würden, um das Handling von Fahrrädern zu verstehen. Für ihr Radfahrermodell postulieren sie die Wahrnehmbarkeit folgender Größen: Lenkerwinkel δ , Neigungswinkel ϕ und dessen Geschwindigkeit, Gierwinkel ψ sowie Querabweichung y , wobei die letzteren beiden Größen als Abweichungen von einer Sollreferenzbahn betrachtet werden. Es ist beinahe überflüssig, darauf aufmerksam zu machen, dass es für keine dieser Größen gesicherte psychophysiologische Korrelate gibt.



Strukturbild des Systems Radfahrer-Fahrrad (Moore et al., 2011)

Im Jahr 2013 schließlich erschien von A.L. Schwab und J.P. Meijaard ein Übersichtsartikel über Fahrraddynamik und Steuerungsstrategien von Radfahrern. In ihrer Zusammenfassung kommen sie zu dem Schluss, die Geschichte der Dynamik und Steuerung von Fahrrädern lese sich wie das Märchen vom „Dornröschen“: nach den bahnbrechenden Arbeiten von Carvallo und Whipple verhartete das Forschungsgebiet 80 Jahr lang mehr oder weniger im Schlummer, ehe es in den 1970ern mit neuen Dynamikmodellen zu erneuter Blüte gelangte. Dennoch hätte man überraschenderweise erst im neuen Jahrtausend damit begonnen,

Miä Lääwaafn

die neuen Modelle experimentell zu überprüfen, wie überhaupt ausgiebige experimentelle Arbeiten immer noch auf sich warten ließen. So bliebe zu hoffen, dass es mit neuem Schwung und validierten Experimenten sowie Simulationen endlich gelänge, eine neue Entwicklungsstufe hin zu einer dem 21. Jahrhundert gemäßen Fahrradrevolution zu erklimmen.

Soweit also die Geschichte des Fahrrads und des Radfahrens.

Fazit: Auch zweihundert Jahre nach Karl Drais' Vorführung des Lauf-rads hat man immer noch nicht erschöpfend verstanden zu erklären, wie das Radfahren funktioniert. Man mag alle möglichen technischen Regler einbauen, damit das Radfahren automatisiert vonstattengeht, aber wir sind nach wie vor unfähig, das koordinierte Zusammenwirken psychophysischer Aktivitäten von Radfahrern beim Stabilisieren, Lenken und Vorwärtsbewegen von Fahrrädern zu verstehen und modelltheoretisch nachzubilden.

Trotz dieser Defizite sind die Vorteile dieses Verkehrsmittels so überwältigend, dass auch in Zukunft keine Gesellschaft vorstellbar sein wird, die auf das Fahrrad verzichten könnte.

Warum bin ich kein Christ?

Meine Eltern führten eine Hybridehe: mein Vater war Katholik, meine Mutter Protestantin. Beide waren als Sozialdemokraten politisch aktiv und hatten mit Christlich-Sozialen, Konservativen und Altnazis so manchen Strauß auszufechten. Da sie nach dem Krieg vielfältige Kontakte zu ehemaligen Kommunisten (der Kirchenkritiker und ehemalige KPD-Reichstagsabgeordnete Peter M. war ihnen langjähriger Förderer und väterlicher Freund) hatten, galten sie dem schwarzbraunen Milieu zeit ihres Lebens als höchst verdächtig.

Meine Eltern hatten sich 1942, wie damals nicht unüblich, ohne kirchlichen Segen trauen lassen. Nach dem Krieg zogen sie in eine kleine Marktgemeinde „hart an der Zonengrenze“, in der ich 1948 als ihr viertes Kind das Licht der Welt erblickte.

Nach kanonischer Rechtsauffassung der römisch-katholischen Kirche lebten sie bis zu meiner Geburt in wilder Ehe. Die Schule, an der mein Vater unterrichtete, war eine katholische Bekenntnisschule. Die Lehrerstellen waren, so kurz nach dem Krieg, rar; also hatte er seine familiären Verhältnisse schleunigst in Ordnung zu bringen, ansonsten hätte er vermutlich seine Stelle verloren. So kam es, dass sich meine Eltern katholisch trauen und zusammen mit mir auch meine drei älteren Geschwister taufen ließen. blieb noch der Makel, dass meine Eltern eine Mischehe führten, weil meine Mutter Protestantin bleiben wollte. Doch darüber konnte die Mutter Kirche großzügig hinwegsehen, zumal sich meine Mutter bei der Eheschließung verpflichten musste, uns Kinder im Sinne der katholischen Heilslehre zu erziehen, was sie, soweit es in ihrer Kraft lag, auch tat.

Wer erinnert sich nicht gern zurück an die Unbeschwertheit der eignen Kindheit? Trotz der vielen Bedrohungen rundum. Die zahllosen dunklen Ecken auf den ewig langen Fluren, hinter denen jederzeit irgend-

Miä Lääwaafn

welche Ungeheuer oder Verbrecher lauern konnten, der gruselig finstere Keller, in dem der Kartoffelkönig hauste, das unverständliche Gemurmel im nächtlichen Wohnzimmer, das mich am Einschlafen hinderte. Doch nicht nur die Nacht war voller tückischer Gefahren.

Auch tagsüber galt es, äußerst wachsam zu sein. Wie oft hatte ich mir fest vorzunehmen, das nächste Mal beim Überqueren der Hauptstraße richtig achtzugeben, wenn mich wieder einmal eines der wenigen Autos oder Motorräder, die damals durchs Dorf rasten, nur knapp verfehlt hatte.

Im Großen und Ganzen aber fühlte ich mich geborgen und unbeschwert. Die übliche Aufbewahrung im katholischen Kindergarten, wo die Kinder angehalten wurden, Stoffreste zu Putzwolle zu zerzupfen, blieb mir erspart. Als „unser Mädchen“ Hildegard mich dorthin bringen sollte, hielt ich mich einfach am Treppengeländer fest und brüllte das ganze Haus zusammen, bis meine Mutter ein Einsehen hatte und mich braves Kind zu Hause bleiben ließ. Eigentlich war sie ohnehin davon überzeugt, ich, ihr Wollbäckle, würde mich schon allein mit mir beschäftigen und ihr kaum zur Last fallen.

Meine Kindheit war geprägt von ausgelebtem Freiheitsdrang und unschuldiger Neugier. Dies sollte sich erst ändern, als der Tag nahte, da ich in die Schule kommen sollte. Mir dämmerte, dass die prallvoll mit ausgedachten Abenteuern ausgefüllte Spielzeit nun vorüber sein würde. Plötzlich hätte ich auf die kostbaren Stunden meiner freien Zeit verzichten sollen. Statt zu abenteuerlichen Safaris aufbrechen zu können, nur noch still dasitzen? Dem einschläfernden Singsang des freundlichen Fräulein K. folgen? Ich stellte mir vor, was sie und all die anderen wohl für Augen machen würden, wenn ich mich jetzt einfach erheben und um die Standtafel herum durchs Klassenzimmer geradewegs durchs Fenster ins Freie fliegen würde.

Weitere Bedrohlichkeiten tauchten auf. Ich dürfte schon in die zweite

Klasse gegangen sein, als mir ein Nachbarsjunge – mit altklugem Glitzern im Blick – eröffnete: „Eure Dokterles-Spiele sind Unkeuschheit, das ist eine Sünde. Und wenn ihr erst mal zur Kommunion geht, müsst ihr das beichten. Hehe!“

Ich war erschüttert. Zum ersten Mal war ich unbewusst, ohne es auch nur zu ahnen, auf Kollisionskurs zur katholischen Morallehre geraten.

Wieso hatte ich davon nicht schon viel früher erfahren? Wir hatten doch schon Religion in der Schule, beim Pfarrer G. Schwer vorstellbar, dass er das Thema einfach schamvoll gemieden hätte. Hatte ich also im Unterricht mal wieder nicht richtig aufgepasst? Mich ärgerte, so etwas ausgerechnet von so einem Klugscheißer wie diesem Michael zu erfahren.

Als wir im folgenden Schuljahr in Religion den Beichtspiegel (eine Art Standard-Sündenregister zur Gewissenserforschung vor der Beichte) durchnahmen, stand da tatsächlich zu lesen: Du sollst keine Unkeuschheit treiben, nicht in Gedanken, Worten oder Werken!

Doch was, bitteschön, sollte das sein: Unkeuschheit? Woher oder von wem hätten wir erfahren sollen, dass unsere Spiele unkeusch waren? War denn alles unkeusch, was wir da im Geheimen trieben, an versteckten Orten, von denen es in dem unübersichtlichen Dorf und darum herum genügend gab?

Das alles sollte Unkeuschheit sein? Und wieso Todsünde? Eine Sünde also, die uns hier auf Erden niemals würde vergeben werden kann. Da hätte schon der liebe Herrgott selber rangemusst. Ansonsten ab in die Hölle. Und zwar für immer und ewig.

Keuschheit versteht jeder. Die Maria Muttergottes ist selbstverständlich keusch. Sie heißt ja sogar Jungfrau Maria, die Reine. Wie sie da so neben dem Altar steht. Mit hold gesenktem Blick. Angetan mit einem lichtblauen Mantel, das Spielbein (oder ist es das Standbein?) lässig auf der Mondsichel ruhend, die Arme leicht ausgebreitet, ihr mittelblondes Haar von einem Sternenreif umkränzt. Wenn sie so auf uns niederblickt, würde selbst der Frechste nicht auf den Gedanken verfallen zu fragen,

Miä Lääwaafn

wie es wohl unter ihrem weißen Kleidchen aussehen mag. Sie ist ganz ohne Zweifel Inbegriff der Keuschheit.

Die keusche Susanne im Bade aus dem Alten Testament war da schon ein anderes Kaliber. Als Betrachter werden wir ihrer etwas zu drallen, aber immerhin nackten linken Seite ansichtig. Ihren linken Fuß auf einer Steinbank aufgestützt, das Bein geschickt angewinkelt, die Scham schamhaft verdeckend. Sie trocknet ihren Fuß. Das Badetuch, von ihrer linken Hand gehalten, reicht in raffiniertem Faltenwurf bis herab zum Boden. Den Blick richtet sie über ihren Fuß hin in die ferne Wesenlosigkeit. Zwei alte Männer belauern verstohlen, hinter einem Vorhang verborgen, jede ihrer Bewegungen mit geilen Blicken und Geifer in den Mundwinkeln. Sie bemerkt sie offenbar nicht. Jedenfalls will sie uns in diesem sicheren Glauben wiegen. Vielleicht ahnt sie es aber eben doch und tut nur so, als bemerke sie die geilen Böcke nicht. Am Ende macht es ihr sogar Spaß, diesem lasziven Luder! Wie gesagt: keuschheitsmäßig ein Grenzfall.

Dank akribischer Vorbereitungen auf die Hl. Erstkommunion und mit viel gutem Zureden danach fand ich mich nach und nach zurecht im Gestrüpp katholischer Moralvorstellungen und konnte alsbald routiniert drauflosbeichten. „Gelobt sei Jesus Christus. Meine letzte Beichte war vor vier Wochen. In Demut und Reue bekenne ich meine Sünden.“

Bei der Verrichtung der Buße erlegte ich mir gewisse Vorsichtsmaßnahmen auf. Ich ahnte, dass die Tarife nicht für alle gleich sein würden. Eingeweihte Außenstehende hätten, da war ich mir ziemlich sicher, allein an der Dauer der Verrichtung meiner Bußgebete leicht erraten können, welche Sünden ich gebeichtet haben mochte. Für dreimal Rosenkranz Beten kann selbst bei flüchtigstem Herunterleiern durchaus mal eine halbe Stunde vergehen. Warum aber waren der brave Titus und selbst die noch kreuzbravere Helene nach ihren Beichten so lange mit Beten beschäftigt? Das konnte ich mir beim besten Willen nicht erklären. An ihrem Fehlverhalten jedenfalls, da war ich mir sicher, konnte es nicht gelegen haben. Jedenfalls verkürzte ich meine eigentlich im

Kirchraum abzuleistende Buße auf drei Vaterunser und verabschiedete mich danach vom lieben Herrgott mit dem festen Vorsatz, den Rest anderwärts nachzuholen. Zwar nicht ganz regelkonform, aber das Beichtgeheimnis war schließlich auch mir heilig.

Als ich dann im Jahr meiner Firmung ins katholische Internat kam, stand für mich fest, ich würde Priester werden. Es hatte bei mir zwar noch nicht einmal zum Ministranten gereicht, aber ich konnte mich dem Reiz des ganzen Drumherums nicht entziehen. Wir hatten täglich Frühgottesdienst, selbstverständlich im lateinischen Ritus. Die Teilnahme war Pflicht, nur samstags freiwillig. Um die Messe auf Latein mitverfolgen zu können, hatte ich mir sogar den Schott besorgt. Das vertrieb aufkommende Langeweile.

Mit knapp elf Jahren war ich bereits von der Idee wieder abgerückt, Priester werden zu wollen. Aber nicht etwa aus Protest gegen die grausamen Behandlungen, denen wir im Internat oft ausgesetzt waren. Sondern ich durfte in den ersten großen Ferien eines Nachmittags meinen Bruder dabei begleiten, als er Monika, den Schwarm seiner jungen Jahre, nach Hause zur vier Kilometer entfernten Stoffelmühle bringen wollte. Ich fand das alles sehr interessant und ausgesprochen nachahmenswert. Es gefiel mir. Und mir wurde plötzlich klar: als Priester würde ich wohl darauf verzichten müssen. Keuschheit, Zölibat – das alles wollte mir nun gar nicht mehr gefallen.

Nach sechs Jahren Internat kehrte ich nach Hause zurück, arbeitete zunächst als Hilfsarbeiter, später als Lehrling bei Loewe Opta und gehörte fortan zu „denen da draußen“, die in aller Herrgottsfrüh aufstehen, zum weit entfernten Bahnhof laufen und um sieben in der Fabrik sein mussten. Zur Kirche gehen zu sollen, verlor für mich recht bald jeden Reiz. Baatz, der Pfarrer des Dorfes, wohin es uns mittlerweile verschlagen hatte, machte sich einen Sport daraus, unsere Familie in seinen Predigten herunterzumachen, zu verunglimpfen und recht ungeniert zum Verlassen des Dorfes aufzufordern. Kanzelmobbing war damals, als noch

Miä Lääwaafn

genügend Leute in die Kirche gingen, recht wirkungsvoll. In den hinteren Reihen, wo wir Halbwüchsigen uns herumdrückten, um nach dem „Ite, missa est!“ als erste das Kirchenschiff verlassen zu können, wurden hauptsächlich nur Pornobildchen herumgezeigt und getauscht. Dennoch galt physisches Fernbleiben vom sonntäglichen Gottesdienst damals immer noch als eine schwere Sünde, vermutlich sogar als Tod-sünde.

In meiner Drangsal zwischen Sollen und Nichtwollen legte ich mir zu-recht, dass mir wegen der täglichen Frühmessen im Internat ja eigent-lich einiges meiner sonntäglichen Pflicht gutgeschrieben worden sein müsste. Sechs Jahre mal 40 Schulwochen mal fünf Frühgottesdienste, zu denen ich doch gar nicht verpflichtet war, machten, überschlägig ge-schätzt, 1200 Sonntage, an denen ich künftig nun nicht mehr zur Kirche würde gehen müssen. Ich hätte auf diese Weise ein Guthaben von über 23 Jahren Sonntagsmesse angesammelt und könnte somit beinahe bis zu meinem 40. Lebensjahr derlei Pflichtübungen guten Gewissens fern-bleiben.

In dem besagten Dorf wurde es für unsere Familie immer schwieriger. Die Hetze des Pfarrers zeitigte bei Nachbarn, Ladeninhabern und Gast-wirten Wirkung. Wir wurden geschnitten. Schließlich gaben wir auf und verließen die ungestaltliche, finstere Gegend. Wir zogen 16 Kilometer weiter in eine freundlichere, weltoffene, protestantisch geprägte Markt-gemeinde.

In der Berufsschule der Kreisstadt hatten wir außer Fachunterricht so-wie Deutsch und Gemeinschaftskunde seltsamerweise auch Religion. In den ersten zwei Jahren beim Kooperator K., den die Stadtpfarrei der Kreisstadt eigens dafür abgestellt hatte. Er war nach unser aller Über-zeugung ein Ferkel allerersten Ranges. Nicht nur, dass er unsere Mit-schülerinnen andauernd meinte befangern und befummeln zu müssen. Für Gott, die Heiligen, für Sünde, Vergebung und dergleichen blieb in seinen Unterrichtsstunden keine Zeit. Stattdessen suhlte er sich mit Vorliebe in detailliertesten Schilderungen korrekter Penispflege, fand

Warum bin ich kein Christ?

sichtlich Freude an Erzählungen, welche schreckliche Folgen Onanieren und welche noch schrecklichere Folgen Geschlechtskrankheiten hätten. Er war, auf gut Fränkisch, einfach eine Sau. Später, als man ihn tot in seiner Wohnung auffand, entdeckte man unterm Bett und in einer Truhe zahllose Pornohefte. Er war eine arme Sau.

Ich bildete mich außerhalb von Arbeit und Schule weiter, las viel, ging häufig und gern in die Gemeindebibliothek, die von der reizenden Tochter des Schneiders im Gries geleitet wurde. So fiel mir das Buch „Warum ich kein Christ bin“ von Bertrand Russell in die Hand. Nach all den Verfolgungen und Nachstellungen durch gute Christenmenschen, denen sich Russell im freiesten Land der Erde, den USA, ausgesetzt sah, erschien es mir völlig konsequent und nachvollziehbar, dass es auf jeden Fall auch für mich besser sei, künftig zur Kirche auf Distanz zu gehen. Dieses Buch sowie Karlheinz Deschners „Abermals krähte der Hahn“ bildeten die Grundlage für unsere Diskussionen, die ich mit Gertrude auf unseren nächtlichen Streifzügen durch die Gemeinde führte. Sie war Kirchenorganistin und als angehende Religionspädagogin eine ausgezeichnete Sparringspartnerin für derlei Streitgespräche über Gott und die Welt. Zu meinem Bedauern hörte ich später, dass sie zum Katholizismus konvertiert war. Offenbar war meinen Überzeugungsversuchen nur begrenzte Reichweite und Wirkungsdauer beschieden.

Unterdessen hatten wir in der Berufsschule einen neuen Religionslehrer bekommen, einen jungen, pausbäckigen und unternehmungslustigen Pfarrer, der stets zu flotten Sprüchen aufgelegt war. Der Unterricht bei ihm machte Spaß. Ich konnte jede Woche mit ihm die ganze Stunde lang darüber streiten, ob Gott nun existiere oder nicht, was es mit all den Dogmen wie der Unbefleckten Empfängnis oder der Unfehlbarkeit des Papstes auf sich habe, und so weiter. Ich hatte den Eindruck, dass ihm unsere Streitgespräche ebenfalls Freude bereiteten. Jahre später er-

Miä Lääwaafn

fuhr ich, dass er, der den Zölibat bei derlei Diskussionen stets so gepriesen hatte, sich mit der Leiterin seiner Jugendschar zusammengetan und den Dienst als Pfarrer quittierte hatte.

Für meine Mitschüler war es ziemlich frustrierend, unseren Dialogen nur mit offenen Mäulern folgen zu können. Um mich nicht unbeliebt zu machen, beschloss ich, das Ganze kurzerhand zu beenden und von meinem Recht auf freie Weltanschauung Gebrauch zu machen. Ich schrieb dem Direktor der Berufsschule einen höflichen Brief, in dem ich ihn davon in Kenntnis setzte, dass ich aus gewichtigen persönlichen Gründen künftig nicht mehr am Religionsunterricht würde teilnehmen können. Vorsorglich machte ich darauf aufmerksam, dass ich mit Vollendung meines vierzehnten Lebensjahres religionsmündig geworden sei und somit allein darüber zu entscheiden hätte.

Direktor S., ein kleiner, leicht erregbarer Mann, tobte. Er setzte sich mit meinem Vater in Verbindung mit der eindringlichen Bitte, mich zu einem Rückzieher zu bewegen. Mein Vater muss ihm recht trocken zu verstehen gegeben haben, dass er meine Entscheidung zwar nicht gutheiße, aber respektiere. So kam es, dass ich die beiden letzten Jahre, die ich an der Berufsschule verbrachte, von einer weiteren Teilnahme am Religionsunterricht befreit war.

In der Vorweihnachtszeit 1967 verteilte ich auf dem Bahnhofsvorplatz der Kreisstadt von mir selbst angefertigte Flugblätter. Papst Paul VI., der Pillenpaul, hatte in einem Rundschreiben sein Einverständnis mit dem Krieg kundgetan, den die USA auf brutalste Weise gegen das vietnamesische Volk führten. Ich fand das empörend, setzte mich hin und verfasste einen flammenden Protest. Der blieb zwar ohne jegliche Resonanz, brachte mir aber immerhin den Vorteil, eine gewisse Vertrautheit im praktischen Umgang mit dem Hektographiergerät meines Vaters zu erlangen.

Im Sommer 1969 verließ ich die Gegend, in der ich aufgewachsen war,

Warum bin ich kein Christ?

mehr oder weniger fluchtartig und zog nach Westberlin. Ich wollte unbedingt an der dortigen Gauß-Akademie studieren. Zur Bundeswehr brauchte ich ohnehin nicht, da ich mich vorsorglich beim Technischen Hilfswerk, dem ich bereits Jahre vorher beigetreten war, für zehn Jahre verpflichtet hatte. So konnte ich mich guten Gewissens hochoffiziell aus der Wehrüberwachung verabschieden. Nachdem ich Westberliner Bürger geworden war, fand ich mich kurz nach meinem 21. Geburtstag im Amtsgericht Wedding ein, um meinen Austritt aus der römisch-katholischen Kirche zu erklären.

Miä Lääwaafn

Information zwischen Wahrheit und Wahrscheinlichkeit

Information ist nicht Wissen
(Heinz-Josef Bontrup)

Das Verhältnis von Information zu Wahrheit ist sehr delikat. Davon können wir uns jeden Tag, den wir die Zeitung aufschlagen, Radio oder TV einschalten, ein Bild machen. Subtiler, weil wissenschaftlich erhärtbar, verhält es sich mit den Beziehungen zwischen Wahrscheinlichkeit und Wahrheit. Dabei ist es durchaus nicht trivial zu ergründen, was denn Wahrscheinlichkeit sei. Die einen behaupten, sie drücke einen subjektiven Grad des Wissens oder individuellen Überzeugtseins aus, während andere darauf bestehen, darin etwas Objektives, unabhängig von unserem Bewusstsein Existierendes, Messbares zu erblicken. Was ist richtig?

Und irgendwo dazwischen, zwischen Wahrscheinlichkeit und Wahrheit, laviert der Informationsbegriff und weiß nicht, ob er deterministischer, probabilistischer oder possibilistischer Natur ist.

Man könnte die Frage auch so stellen: Welchen Sinn macht die Formalisierung des Begriffs „Information“, ohne sich im mindesten um deren Wahrheitsgehalt zu kümmern? Devlin (1991) hat diese Frage aufgeworfen; indes, man kann nicht behaupten, dass seine Antworten von nachhaltiger Relevanz sind.

Das Maximum-Entropie-Prinzip beispielsweise dient, dem Vernehmen nach, dazu, der Ignoranz des Naturforschers Ausdruck zu verleihen: je weniger ich weiß, desto größer ist meine Unsicherheit, ausgedrückt durch die Entropie. Sie ist bei einem System mit diskreten Zuständen am höchsten, wenn jeder dieser Zustände gleich wahrscheinlich ist (Jaynes, 1978). Auf diese Weise würde man Buridans Esel, der sich

Miä Lääwaafn

zwischen zwei gleichen Heuhaufen nicht entscheiden kann, zum Inbegriff erkenntnistheoretischer Offenbarung überhöhen.

Ich höre schon, wie die dialektischen Materialisten ihre Kalaschnikows durchladen.

Wenn ich nichts weiß oder mir alles gleichgültig (gleich gültig!) ist, soll das System das merken und schlagartig in einen Zustand maximaler Entropie verfallen? Und was heißt überhaupt: Wahrscheinlichkeit *eines* Zustands, den *ein* System einnimmt?

Es war Falk, der sagte, ein isoliertes „Prinzip maximaler Entropie“ gebe es ohnehin nicht; ebenso gut könnte man von einem „Minimumprinzip der Energie“, von einem „Maximumprinzip der Menge“ oder einem „Minimumprinzip des Volumens“ sprechen. Er bevorzuge in jedem Fall das Gleichgewichtsprinzip als entscheidende Forderung bei der Analyse thermodynamischer Systeme.

Probieren wir es mit dem Begriff der Information: Natürlich hätte etwa die tägliche Mitteilung, die Bundeskanzlerin sei gesund und es gehe ihr gut, einen Informationswert, der ziemlich rasch gegen Null konvergieren würde. Käme hingegen eines Tages die Meldung, sie sei einem Attentat erlegen, wäre nach üblichem Verständnis der Informationsgehalt sehr hoch – unabhängig davon, ob die Meldung wahr oder falsch ist!

Es dürfte, nebenbei bemerkt, auch zweifelhaft sein, dass – anders, als eine der Definitionen des Begriffs „Information“ uns weismachen will – die Unsicherheit nach Eintreffen einer solchen Meldung geringer werden würde als sie vorher gewesen ist. Unabhängig von ihrem Wahrheitsgehalt?

Würde eine solche Meldung wie die eines erfolgten Attentats auf die Bundeskanzlerin von verschiedenen unabhängigen Quellen wiederholt werden, würde zwar wiederum der Informationsgehalt sinken, der Wahrheitsgehalt aber sich erhöhen.

Wie also steht es mit dem Zusammenhang zwischen Informationsgehalt und Wahrheit?

An diesem Punkt wäre es am Platze, das Philosophische Wörterbuch von Georg Klaus und Manfred Buhr zu befragen:

1. *Wahrheit* ist eine „philosophische Kategorie, welche die Adäquatheit der Erkenntnis, seine Übereinstimmung mit dem Erkenntnisobjekt, widerspiegelt“.
2. *Wahrscheinlichkeit* ist „das quantitative Maß der Möglichkeit. Die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses gibt den Grad der Möglichkeit an, mit dem dieses Ereignis zur Wirklichkeit werden kann“.

In der Geschichte der Philosophie wurde der Terminus „Wahrscheinlichkeit“ ursprünglich nur in einem logisch-erkenntnistheoretischen Sinne gebraucht. Er bezeichnete dort das, was „wahr erscheint“, für wahr gehalten wird.

Hegel spreche der Wahrscheinlichkeit im Vergleich zur Wahrheit jeden erkenntnistheoretischen Wert ab – behaupten Klaus und Buhr.

Also, in der „Enzyklopädie“: Fehlanzeige; dto. in der „Logik“. Aber in der „Phänomenologie“ (S.193) werde ich fündig:

Dass die Steine, von der Erde aufgehoben und freigelassen, fallen, dazu fordert es gar nicht, dass mit allen Steinen dieser Versuch gemacht wird; es sagt vielleicht wohl, dass dies wenigstens mit sehr vielen müsse versucht worden sein, woraus dann auf die übrigen mit größter Wahrscheinlichkeit oder mit vollem Recht nach der Analogie geschlossen werden könne ...

Die Wahrscheinlichkeit, auf welche sich das Resultat derselben [der Analogie] reduzieren würde, verliert gegen die Wahrheit allen Unterschied von geringerer oder größerer Wahrscheinlichkeit; sie sei so groß, als sie will, ist nichts gegen die Wahrheit. Der Instinkt der Vernunft nimmt aber in der Tat solche Gesetze für Wahrheit an, und erst in Beziehung auf ihre Notwendigkeit, die er [der Instinkt der Vernunft] nicht erkennt, gerät er [dto.] in diese Unterscheidung und setzt der Wahrheit der Sache selbst zur Wahrscheinlichkeit herab, um die unvollkommene Weise, in welcher die Wahrheit für das Bewusstsein, das die Einsicht in den reinen Begriff noch nicht hat, vorhanden ist, zu bezeichnen ...

Klaus und Buhr haben also recht: einer besonders hohen Wertschätzung kann sich die Wahrscheinlichkeit bei Hegel wirklich nicht rühmen. Wie auch? Denn was heißt schon, dass irgendetwas Mögliches mit 100% Wahrscheinlichkeit zur Notwendigkeit sich drängt? Ist es dann da, oder zeigt die Schrödinger-Katze nur ihr Grinsen, ohne es selbst für nötig zu halten zu erscheinen?

3. *Information*, „im Sinne der Wahrscheinlichkeitstheorie, ist eine Maßgröße für die *Ungewissheit* des Eintretens von Ereignissen. Die Information in diesem Sinne, auch Informationsgehalt genannt, die durch das tatsächlich stattfindende Ereignis aus der Menge der möglichen Ereignisse (d.h. der Ereignisse eines Wahrscheinlichkeitsfeldes) gewonnen wird, ist umso größer, je größer die *Unbestimmtheit* vor dem betreffenden Ereignis war, welches aus der Menge der möglichen Ereignisse eintritt“.

Am Rande sei hier festgehalten, dass Klaus und Buhr die Begriffe „Ungewissheit“ und „Unbestimmtheit“ offensichtlich synonym verwenden.

Es besteht also ein enger Zusammenhang zwischen Informationsgehalt und Wahrscheinlichkeit. Nehmen wir der Einfachheit halber einmal an, Wahrscheinlichkeit sei das, was wahr zu sein *scheint* (also ein Maß für die subjektive Überzeugung, dass etwas wahr ist). Dann könnte man eben doch die Hegelsche Dialektik in Anschlag bringen, der zufolge auch der Schein zum Wesen einer Sache gehört. Mit ähnlichen Kunstgriffen hat Hegel den Zweckbegriff vor dem Kant'schen Verdikt in Sicherheit gebracht.

Übrigens soll nach Cockshott et al. (2014) die Information mindestens drei Dimensionen haben:

- den Informationsgehalt (*information content*, entsprechend der Definition von Shannon),
- den Informationswert (*information value*, Aufwand zur Erzeugung von Information, entsprechend der algorithmischen Komplexitätsdefinition von Chaitin und Kolmogorov) sowie
- den Informationsnutzen (*information utility*) im Sinne der Entscheidungs- bzw. Spieltheorie.

Wir beschränken uns hier auf den Informationsgehalt $I(H|D)$: er bemisst sich bei endlichen Schemata, (sagen wir Hypothesenschema H und Daten- oder Beobachtungsschema D), als Summe der Einzelentropien $h(H)$ und $h(D)$ beider Schemata (jeweils für sich) minus der Verbundentropie $h(H, D)$ beider Schemata zusammen:

$$I(H|D) = h(H) + h(D) - h(H, D)$$

Aus dieser Formel geht schon hervor, dass es völlig gleichgültig ist, ob ich nach dem Informationsgehalt meiner Hypothesen H in Abhängigkeit von meinen Beobachtungen D frage, oder umgekehrt nach dem Informationsgehalt meiner Beobachtungen D in Abhängigkeit von meiner Hypothesenbildung H . Es ist sogar gleichgültig, ob ich zuerst Hypothesen aufstelle und danach beobachte oder zuerst beobachte und danach die Hypothesen bilde. Maßgeblich sind einzig und allein die Wahrscheinlichkeiten, auf denen die Entropiemaße beruhen.

Miä Lääwaafn

Da die Entropien, technisch ausgedrückt, durch die Erwartungswerte der beteiligten logarithmischen Wahrscheinlichkeiten ausgedrückt werden, kann man den Informationsgehalt auch zusammenfassend als Erwartungswert des logarithmischen Verhältnisses von Verbundwahrscheinlichkeiten zu Einzelwahrscheinlichkeitsprodukten notieren.

Daraus folgt sofort: sind die Verbundwahrscheinlichkeiten gleich den Einzelwahrscheinlichkeitsprodukten, so ist das Verhältnis Verbundwahrscheinlichkeit zu Einzelwahrscheinlichkeitsprodukt gleich 1 und somit der Informationsgehalt gleich Null, denn der Logarithmus von 1 ist stets 0. Übersetzen wir dieses unser erstes Ergebnis zurück in unseren Ausgangspunkt, so gelangen wir zu der Aussage: wenn die Hypothesen und Beobachtungen stochastisch unabhängig sind, ist die aus den Beobachtungen resultierende Information Null.

Ferner lässt sich – wenn auch erst nach mühseligen Umformungen – zeigen, dass die Summe der Einzelentropien $h(H)$ und $h(D)$ zweier Schemata stets größer ist als die Verbundentropie $h(H, D)$ beider Schemata zusammen. Dies lässt den Schluss zu, dass der Informationsgehalt $I(H|D)$ niemals negativ werden kann; er wird im ungünstigsten Fall Null.

Als nächstes könnte man danach fragen, wann der Informationsgehalt seinen größten Wert erreicht. Man kann zeigen, dass dies bei Entscheidungen der Fall ist, die zu einer Maximierung der Likelihood führen.

Dies soll am Beispiel diskreter Entscheidungen diskutiert werden, bei denen nach einer Beobachtung d_i diejenige Hypothese h_k gewählt wird, für die die Likelihood $L(h_k; d_i)$ der Hypothese h_k mit dem Parameter d_i am größten ist. Die Likelihood $L(h_k; d_i)$ entspricht hierbei gerade der bedingten Wahrscheinlichkeit $p(h_k | d_i)$ der Hypothese h_k unter der Bedingung, dass d_i beobachtet wird.

Im Unterschied hierzu ist die Maximum-a-posteriori-Entscheidung die Wahl derjenigen Hypothese h_k bei festgehaltener Beobachtung d_i , bei der die bedingte Wahrscheinlichkeit $p(d_i | h_k)$ am größten ist. Dies ist

die a-posteriori-Wahrscheinlichkeit der Beobachtung d_i unter der Bedingung, dass die Hypothese h_k gewählt wird. Beide Funktionen, die Likelihood $L(h_k; d_i)$ und die a-posteriori-Wahrscheinlichkeit $p(d_i | h_k)$, können mit der Bayesschen Formel ineinander umgewandelt werden (natürlich nur, wenn auch alle a-priori-Wahrscheinlichkeiten $p(h_k)$ und $p(d_i)$ von Hypothesenbildung und Beobachtung bekannt sind).

Man kann sowohl die Likelihoodmaße $L(h_k; d_i)$ als auch die Einzelbeiträge $i(h_k | d_i)$ zum Informationsgehalt der Hypothesen h_k und der Beobachtungen d_i als Matrizen darstellen. Wegen der Symmetrie $i(h_k | d_i) = i(d_i | h_k)$ müssen auch die logarithmischen Verhältnisse $\log(p(h_k | d_i)/p(h_k)) = \log(p(d_i | h_k)/p(d_i))$ gleich sein. Das bedeutet, dass der Informationsgehalt $i(h_k | d_i)$ genau dann am größten ist, wenn auch die Likelihood $L(h_k; d_i)$ maximal ist. Hierbei erkennt man auch, dass ein positiver Beitrag zum Gesamtinformationsgehalt $I(D | H) = E\{\log(p(d_i | h_k)/p(d_i))\}$ nur dann vorliegt, wenn der Beobachtung d_i unter der Hypothese h_k eine höhere Wahrscheinlichkeit $p(d_i | h_k)$ zukommt, als es ihrer unbedingten Wahrscheinlichkeit $p(d_i)$ entsprechen würde. Es muss also $p(d_i | h_k) > p(d_i)$ gelten.

Als nächstes könnte gefragt werden, welchen Informationszuwachs Entscheidungen haben, wenn die Beobachtungen fortlaufend wiederholt werden. Wenn sich die bedingte Entropie $h(H | D) = h(H, D) - h(D)$, die wir als Restunsicherheit interpretieren wollen, dadurch verringern lässt, dass man dem Beobachtungsschema D ein weiteres Beobachtungsschema D' hinzufügt, wäre die Frage positiv zu beantworten. Denn wenn $h(H | D, D') \leq h(H | D)$ gilt, würde auch $I(H | D, D') \geq I(H | D)$ gelten.

Im Falle stochastischer Unabhängigkeit beider Beobachtungsschemata, wenn also für die Verbundwahrscheinlichkeiten gilt, dass $p(d_i, d'_i) = p(d_i) p(d'_i)$ ist, haben wir es mit relativ übersichtlichen Verhältnissen zu tun. Wir können dann ohne Beschränkung der Allgemeinheit feststellen: erst dann, wenn $p(h_k, d_i | d'_i) = p(h_k, d_i)$, sind keine

Miä Lääwaafn

weiteren Beobachtungen zur Steigerung des Informationsgehalts mehr vonnöten.

Es wird gerne davon gesprochen, dass Information der einzige „Rohstoff“ sei, der sich beliebig vermehren ließe. Einen formalen Zugang zum Nachweis dieser Behauptung bieten die zuletzt angestellten Überlegungen, wonach die Herbeiziehung zusätzlicher Beobachtungen zu einer Erhöhung des Informationsgewinns führt. Dies kann selbstverständlich nur solange gelten, wie die beteiligten bedingten Wahrscheinlichkeiten größer als 0 und kleiner als 1 sind. Genau an dieser Schranke endet schließlich auch jegliche „beliebige Vermehrung“ der Information.

Irgendwann ist ein Punkt erreicht, an dem jeder weitere Zufluss von Daten (i.e. Gegebenheiten) und Fakten (i.e. Gemachtheiten) keinen weiteren Informationsbeitrag mehr zu liefern vermag. Das Hypothesengefüge ist dann beobachtungskontaminiert und für keine weiteren Beobachtungen mehr aufnahmefähig. Auf der anderen Seite gilt dies auch für das beständige Anreichern von Beobachtungsschemata mit neuen Hypothesen. Aus Symmetriegründen, aber nicht nur deshalb, kann also auch ein Datenschema hypothesenkontaminiert werden, so dass es sich weiteren Hypothesen gegenüber informatorisch verschließt.

Man gelangt an einen Punkt, an dem mit Karl Marx zu sagen wäre: „Die Philosophen haben die Welt nur verschieden interpretiert; es kömmt aber darauf an, sie zu verändern“.

Zum Ursprung der Kybernetik

Exitus acta probat.

(Ovid, Heroides)

*Das Endziel, was immer es sei,
ist mir nichts, die Bewegung alles.*

(Eduard Bernstein, 1898)

Es gibt eine Wissenschaft, die sich mit Vorliebe solch krauser Probleme wie des Radfahrens annimmt: die Kybernetik. Allerdings bekommt man auf die Frage, was Kybernetik genau sei, mindestens ebenso viele Antworten wie man Experten befragt. Auf der Internetseite der US-amerikanischen Gesellschaft für Kybernetik werden nicht weniger als siebenzig davon aufgezählt. Die bekannteste stammt von dem Mathematiker Norbert Wiener, dem Begründer der Kybernetik, selbst. Im Titel seines gleichnamigen Buches von 1948 heißt es bündig: Kybernetik oder Regelung und Nachrichtenübertragung in Tieren und Maschinen.

Dem Vorwort dieses Buches entnehmen wir, womit sich Wiener in den Kriegsjahren vor der Veröffentlichung hauptsächlich zu beschäftigen hatte, nämlich mit der Verbesserung der Fliegerabwehrkanonen. Die Flugzeuge erreichten bereits damals im Vergleich zu den Geschossen der Kanonen beträchtliche Geschwindigkeiten. Wollte man treffen, mussten die Geschosse zu einem Punkt geführt werden, den die Flugzeuge in der Zeit während des Geschossfluges voraussichtlich erreichen würden. Das heißt, die Feuerleinrichtungen benötigten einen erheblichen Vorhalt, der zum einen von den Bewegungen von Flugabwehrkanone und Flugzeug, zum anderen aber auch von den Aktivitäten des Piloten im feindlichen Flugzeug und den Fertigkeiten des Richtkanoniers abhing. Es war also wichtig, die Charakteristiken jener „menschlichen Komponenten“ zu kennen und in die mathematische Beschreibung der Geräte einfließen zu lassen, wollte man die Trefferquote erhöhen.

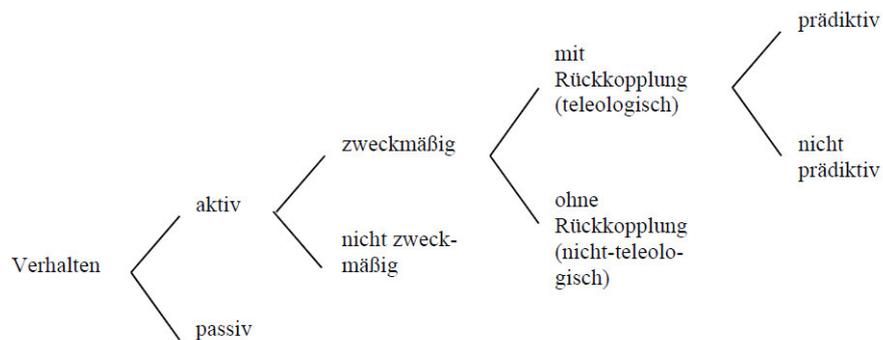
Angeblich soll sein Schüler Claude Shannon, der Erfinder der Informationstheorie, Wiener geradezu gedrängt haben, sich für den Begriff Kybernetik als Bezeichnung dieser neuen wissenschaftlichen Disziplin zu entscheiden: „Norbert, nimm doch Kybernetik; da weiß niemand, was du meinst, und das bringt dir in Diskussionen nur Vorteile“. Der französische Mathematiker André-Marie Ampère, auf den Wiener bei seiner etymologischen Quellensuche für das Wort Kybernetik stieß, beschrieb 1834 in einer Untersuchung die „cybernétique“ als die Kunst des Regierens von Menschen.

In dieser Spannbreite zwischen Technik, Biologie und Gesellschaft bewegen sich auch all die unterschiedlichen Interpretationen und Denkansätze von Wieners Epigonen. Eine merkwürdige stammt von dem marxistischen Philosophen Georg Klaus; er definierte Kybernetik als Theorie möglicher Verhaltensweisen allgemeiner Maschinen, oder auch als Theorie der Zusammenhänge möglicher selbstregulierender Systeme mit ihren Untersystemen. Hiervon wird noch zu sprechen sein.

Dabei fing eigentlich alles ganz harmlos an. Zu Beginn, vor bald fünfundsiebzig Jahren, im Oktober des Jahres 1943, erschien in der Zeitschrift „Philosophy of Science“ ein Artikel von Norbert Wiener, den er zusammen mit dem Physiologen Roberto Rosenblueth und dem Ingenieur Julian Bigelow unter dem Titel „Behavior, purpose, and teleology“ verfasst hatte. In ihm äußerte er sich erstmals öffentlich zu Gemeinsamkeiten im Verhalten von Lebewesen und Maschinen. Inmitten des Zweiten Weltkriegs, in dem es wie in jedem Krieg (und auf allen Seiten) um Vaterland, Ehre, Tapferkeit und Ruhm gehen sollte, musste eine solche Fragestellung reichlich frivol erscheinen.

Unter Verhalten verstanden die drei Wissenschaftler von MIT und Harvard jedwede beobachtbare Veränderung eines beliebigen Objekts in Abhängigkeit von dessen jeweiliger, mit geeigneten Sensoren erfassbaren Umgebung. Mit einem solchen Ansatz lösten die Herren einige Irritation aus, weil sie, von der als uneinnehmbar geglaubten Bastion des Behaviorismus ausgehend, den Begriff Verhalten kurzerhand von der

Binnenwelt der Psychologie in die Außenwelt der Maschinen übertragen. Damit nicht genug: um die Verhaltensweisen von Lebewesen, inklusive derer des Menschen, klassifizieren zu können, adaptierten sie in umgekehrter Richtung gewisse Eigenschaften wie die der Zweckmäßigkeit, die nach damaligem gängigem Verständnis eigentlich als spezifische Aspekte von Maschinen hätten gelten sollen. Sie wollten damit ganz allgemein Verhaltensweisen oder Handlungen kennzeichnen, die auf ein Ziel hin gerichtet sind. Unter unzweckmäßigem Verhalten verstanden sie dementsprechend Handlungen, die nicht zielgerichtet sind.



*Klassifikation von Verhaltensäußerungen
(nach Rosenblueth, Wiener und Bigelow, 1943)*

Wiener und seine Koautoren widersprachen ganz entschieden der Auffassung, alle Maschinen seien zweckmäßig. Sie begründeten dies zum einen damit, dass durchaus Maschinen, das Roulette etwa, denkbar seien, die grundsätzlich nicht zielgerichtet und somit auch nicht zweckmäßig sind, ja noch nicht einmal so konzipiert sein dürfen, sollen sie ihrer Bestimmung gemäß funktionieren. Zum anderen behaupteten sie, selbst wenn man einen Mechanismus für einen bestimmten Zweck konstruieren würde, sei es denkbar, dass die sich hieraus ergebende Maschine bei Ausführung dieses Zwecks keinem bestimmten Endzustand zustrebe und deshalb nicht als zielgerichtet gelten könne. Es handele sich dann im Umkehrschluss auch nicht um eine zweckmäßige Maschine. Die Uhr sei dafür ein besonders weit verbreitetes Beispiel.

Ferner gebe es Maschinen, beispielsweise Gewehre, die zwar dafür vorgesehen seien, ein Ziel zu treffen, denen aber dieser Zweck, sofern er nicht fest eingebaut sei, abgesprochen werden müsse, weil man damit ebenso gut ziellos in der Gegend herumschießen könne. Mit anderen Worten, Maschinen verhielten sich zweckmäßig im engeren Sinne nur dann, wenn ihnen ein zielführender Mechanismus innewohne und in ihnen wirksam sei, mit dem sie sich selbsttätig in ein Ziel steuern können. Als Beispiele für diese Kategorie Maschinen führten Wiener und seine Koautoren Torpedos an. In diesem Sinne dürfe man natürlich auch Lebewesen zweckmäßiges Verhalten attestieren, soweit dieses zielgerichtet ist.

Zur Erläuterung des dritten Begriffs in der Überschrift des Artikels, der Teleologie, muss ich etwas weiter ausholen. Obgleich die Teleologie als philosophischer Begriff erst relativ spät, nämlich 1728, von Christian Wolff eingeführt worden ist, gehört er zu jener Klasse von Kategorien, in denen gewissermaßen die gesamte zweieinhalbtausendjährige europäische Philosophiegeschichte aufscheint. In ihm konzentrieren sich vor allem die Kontroversen zwischen Mechanismus und Vitalismus, bei denen es um die Abgrenzung belebter von unbelebter Materie geht, also darum, worin Lebewesen sich von toter Materie unterscheiden. Wohingegen es gerade erklärtes Ziel des besagten Artikels war, Gemeinsamkeiten im Verhalten von Lebewesen und aus toter Materie hergestelltem technischen Gerät herauszuarbeiten.

Bis ins 17. Jahrhundert hinein galt die von Aristoteles, dem Urheber des teleologischen Prinzips, stammende und durch die Kirche sanktionierte Doktrin, Leben sei der von der Form geprägte Stoff. Das formende Prinzip des Lebens nannte Aristoteles Entelechie (*entelés* vollständig, *échein* besitzen), um auszudrücken, dass das Leben sein Ziel vollständig in sich trage. Das stoffliche Prinzip bezeichnete er als *dýnamis*, als Möglichkeit des Stoffes nämlich, Einwirkungen zu erleiden; *energeïa* (lat. *actus*) stand in diesem Zusammenhang für die Einwirkung als Ver-

änderung des Möglichen in die von der Entelechie vorgegebenen Richtung.

Mechanische Materialisten des 17. Jahrhunderts wie Pierre Gassendi oder Thomas Hobbes wollten in der gesamten Natur als Veränderungen nur mechanische Bewegungen gelten lassen, die durch Wirkursachen hervorgerufen werden: *Corpus non moveri nisi impulsus a corpore contiguo et moto*. Hiergegen wandten sich die Vitalisten, allen voran die Cambridger Neuplatoniker Henry More und Ralph Cudworth, die für Veränderungen in der belebten Natur besondere Lebenskräfte und plastische Naturen verantwortlich machten.

In der Auseinandersetzung mit ihnen wies Gottfried Wilhelm Leibniz die beiden sich bekämpfenden, weil einander ausschließenden Erklärungsansätze für Veränderungen, den Vitalismus wie den Materialismus, zurück. Er hielt nichts von der von Vitalisten behaupteten Allbeseeltheit der Welt, die selbst Felsbrocken oder Wasser noch eine Seele zuzusprechen gewillt waren. Aber er erachtete auch die Argumentation der Materialisten als unvollständig und zu grobschlächtig. Vielmehr wies er darauf hin, dass die Monaden als seelische Substanzen in all ihren Abstufungen überall verteilt seien und mit den gänzlich unbeseelten Substanzen in prästablierter Harmonie existierten, in der sie trotz ihrer unterschiedlichen Qualitäten – nach Art synchron laufender Uhren verschiedener Bauart – gleichwohl alle denselben Veränderungen unterworfen seien. Auf dieser Grundlage fällt er in seinen „Betrachtungen über die Lebensprinzipien und über die plastischen Naturen“ von 1705 sein wahrhaft salomonisches Urteil:

„Es sind gewissermaßen zwei Reiche vorhanden, das der wirkenden und das der Zweckursachen, von denen jedes für sich und als wenn das andere gar nicht existierte, genügt, um im Einzelnen von allem Rechenschaft zu geben. Aber keines von beiden genügt für sich allein, wenn man auf ihren allgemeinen Ursprung sieht; denn beide gehen aus einer Quelle hervor, in der sich die Macht, die die wirkenden Ursachen zustande bringt, und die Weisheit,

Miä Lääwaafn

die die Zweckursache regelt, vereinigt finden.“

Immanuel Kant wollte dies so nicht gelten lassen und charakterisierte in der „Kritik der Urteilskraft“ (1790) Zielstrebigkeit und Zweckmäßigkeit als lediglich „regulative Prinzipien“ der reflektierenden Urteilskraft. Als „konstitutive Prinzipien“, mit denen ihre Produkte aus ihren Ursachen abgeleitet werden könnten, fielen sie ohnehin nicht mehr unter die reflektierende, sondern unter die bestimmende Urteilskraft. Eine äußere Zweckmäßigkeit könne man nur unter der Bedingung annehmen, dass etwas für sich selbst Zweck der Natur ist. Dies aber ließe sich allein auf der Grundlage von Naturbeobachtungen nicht erschließen.

Andererseits berechtige die relative Zweckmäßigkeit zu keinem absoluten teleologischen Urteil. Als Naturzweck könne ein Ding nur existieren, wenn es von sich selbst Ursache und Wirkung wäre, was hieße, ein organisches Produkt der Natur sei das, in welchem alles Zweck und wechselseitig auch Mittel ist (Teleologie als System). In der Existenz der Natur als ganzer aber einen Zweck suchen zu wollen sei abzulehnen, weil dies über die Natur hinaus ins Metaphysische führe, auf das Kant gar nicht gut zu sprechen war.

Im Jahre 1807 erschien die „Phänomenologie des Geistes“ von Georg Wilhelm Friedrich Hegel. Er pflichtete zunächst der Auffassung von Kant bei und bestätigte, für das beobachtende Bewusstsein sei der Zweckbegriff nur jene äußerliche, teleologische Beziehung, von der auch Kant spricht. Aber:

„Indem es (das Organische) sich in der Beziehung auf Anderes selbst erhält, ist es eben dasjenige natürliche Wesen, in welchem die Natur sich in den Begriff reflektiert, und die an der Notwendigkeit auseinandergelegten Momente einer Ursache und einer Wirkung, eines Tätigen und eines Leidenden, in eins zusammengekommen.“

Kurz gesagt, der Zweckbegriff könne nicht einfach wegdiskutiert wer-

den, sondern gehöre bei einer umfassenden Weltbetrachtung ganz einfach mit dazu.

In der zwischen 1812 und 1816 erschienenen „Wissenschaft der Logik“ wie auch in der „Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften“ von 1817 führte Hegel den Zweck neben Mechanismus und Chemismus als etwas Drittes ein, das mit jenen beiden anderen die objektive Welt ausmache. Der Zweck habe eine objektive, mechanische und chemische Welt vor sich, auf die sich seine Tätigkeit als auf ein Vorhandenes beziehe. Er sei innerhalb der Sphäre der Objektivität anzusiedeln, wenngleich immer noch „von der Äußerlichkeit als solcher affiziert“. Hier von ausgehend gelangte Hegel zu der revolutionären Einsicht, dass es die menschlichen Tätigkeiten seien, die mechanische und chemische Technik nämlich, durch die der Zweck zum objektiven Faktum werde. Denn der Zweck schließe sich durch ein Mittel mit der Objektivität und in dieser mit sich selbst zusammen. Das Mittel aber sei die äußerliche Mitte des Schlusses, welcher die Ausführung des Zweckes ist. Im Griechischen heißt *méchos* Mittel, derer sich der Mensch dabei bedient, indem er Werkzeuge, Geräte, Apparate, Maschinen verfertigt. Der Begriff Maschine hängt eng mit diesem griechischen Wort zusammen.

In der Enzyklopädie schreibt Hegel im Paragraphen 209: damit „der subjektiv gesetzte Zweck sich außer den Prozessen, worin das Objektive sich aneinander abreibt und aufhebt, halten und das in ihnen sich Erhaltende bleiben könne“, sei die „List der Vernunft“ vonnöten. Weil das Wichtigste bei Hegel oft in den kommentierenden Zusätzen steht, soll dieser (nicht in allen Enzyklopädie-Ausgaben abgedruckte) Zusatz vollständig wiedergegeben werden:

„Die Vernunft ist ebenso listig als mächtig. Die List besteht überhaupt in der vermittelnden Tätigkeit, welche, indem sie die Objekte ihrer eigenen Natur gemäß aufeinander einwirken und sich aneinander abarbeiten lässt, ohne sich unmittelbar in diesen Prozeß einzumischen, gleichwohl nur ihren Zweck zur Ausführung bringt.“

Miä Lääwaafn

Man muss sich vergegenwärtigen: diese Überlegungen sind Bestandteil einer Logik, wenngleich der Hegelschen Logik. Es mutet zunächst befremdlich an, zweckmäßiges Handeln des Menschen als logisches Schließen, also als Teil einer subjektiv geistigen Leistung präsentiert zu bekommen. Denn tatsächlich soll es sich Hegel zufolge um einen Prozess handeln, der den „distinkt als Begriff existierenden Begriff“ in die Objektivität übersetzt. Hegel, für den das Zusammenfallen des Begriffs mit dem Objekt identisch mit der Idee der Wahrheit ist, gelangt, provokant formuliert, vom subjektiven Begriff und vom subjektiven Zweck zur objektiven Wahrheit.

Mit Blick auf diese Merkwürdigkeit notierte Wladimir Iljitsch Lenin in seinem 1914 verfassten „Konspekt zu Hegels Wissenschaft der Logik“ jedenfalls hocheifrig:

„Zur Idee als Wahrheit kommt Hegel über die praktische, zweckmäßige Tätigkeit des Menschen. Ganz nahes Herankommen daran, dass der Mensch durch seine Praxis die objektive Richtigkeit seiner Ideen, Begriffe, Kenntnisse, seiner Wissenschaft beweist.“

Doch kehren wir ins Jahr 1943 zurück. In ihrem Aufsatz klassifizierten Wiener, Rosenblueth und Bigelow das Verhalten beliebiger Entitäten wie im eingangs gezeigten Diagramm angedeutet. Als „teleologisch“ charakterisierten sie zweckmäßig kontrolliertes Verhalten eines aktiven Systems mit Rückkopplung (feedback), nicht ohne hervorzuheben, sie hätten dabei mit den klassischen Konnotaten der Teleologie wie „zweckgeführte Kausalität“, „Determiniertheit“, „Freiheit und Notwendigkeit“ usw. nichts im Sinn. Vielmehr würden sie damit die Vorstellung verbinden, dass es sich um zweckmäßige Reaktionen handle, die durch einen Mechanismus zur Fehlerkorrektur (negatives feedback) zu jeder Zeit auf einen gewünschten Endzustand hin, interpretiert als das Ziel des Vorgangs, gesteuert würden.

Bravo, ist man versucht zu rufen: nicht anders beschrieb Hegel, wie vor ihm bereits Kant, wenn er von der teleologischen Tätigkeit sagt, dass in

ihr das Ende der Anfang, die Folge der Grund, die Wirkung die Ursache ist, auf dass sie ein „Werden des Gewordenen“ sei. Man muss kein Genie sein oder über besondere detektivische Fähigkeiten verfügen, um darin recht unverhohlen in sich geschlossene Wirkschleifen rückgekoppelter Regelkreise beschrieben zu sehen.

Kann aber als Genie gelten, wer die Philosophiegeschichte der letzten paar hundert Jahre kurzerhand ignoriert?

Ja, das geht. Norbert Wiener ging als Urheber der Kybernetik in die Annalen der Geschichte ein. In seinem gleichnamigen Buch erkor er Leibniz zum Schutzpatron seiner schönen neuen Wissenschaft, offenbar nicht ahnend, dass dessen Philosophie um weit mehr kreiste als nur um die beiden von ihm zitierten, miteinander engverwandten Begriffe einer universellen Symbolik und des Kalküls der Vernunft. Niemand anderer als Leibniz hatte, wie gezeigt, tatsächlich die bis Anfang des 20. Jahrhunderts immer wieder aufgewärmte und letztlich auch von Wiener aufgegriffene Kontroverse zwischen Materialismus und Vitalismus fast zweihundertfünfzig Jahre davor bereits „to the limbo of badly posed questions“ verwiesen. Aber erst Kant und Hegel haben es verstanden, das Wesen der Selbstorganisation lebendiger Organismen sowie das Zusammenwirken von Mensch und Maschine auf den Punkt zu bringen. Sie waren die eigentlichen Begründer von Wieners Kybernetik – und wieder mal hat's keiner gemerkt.

Miä Lääwaafn

Das Kapital des XXI. Jahrhunderts – eine Klarstellung

Vor kurzem nun erschien auf Deutsch das Opus magnum des vortrefflichen Thomas Piketty unter dem Titel „Das Kapital im XXI. Jahrhundert“, das in den USA seit längerem die Charts der meistgekauften Bücher anführt. Von Wirtschaftsnobelpreisträgern wird es als das wichtigste Sachbuch des Jahres, des Jahrzehnts, ja des Jahrhunderts gepriesen. Es war hierzulande noch gar nicht richtig erschienen, da lag dessen Widerlegung bereits als Kampfschrift in Taschenbuchformat vor, im Vorwort von einem Mitglied des Bundesvorstandes der CDU/CSU-Mittelstands- und Wirtschaftsvereinigung frenetisch abgefeiert.

In diesem ebenso anmaßenden wie geistverlassen-schwachsinnigen Elaborat wartet dieser, nun ja, nennen wir ihn der Kürze halber mal: „Experte“, gleich als erstes mit einer in solchen Kreisen wohl immer noch verfangenden Schmähung auf. Bereits die Eltern von Thomas Piketty seien schließlich in den 1960er Jahren, also noch vor dessen Geburt, in der trotzkistischen Lutte Ouvrière engagiert gewesen. Dass sich so etwas vererbe, sei ja völlig unbestreitbar und belaste natürlich ein Leben lang. Obwohl der Betreffende abstreitet, Marxist zu sein, ja Marx nach eigenem Bekunden noch nicht einmal richtig zu lesen versucht habe, bleibt da doch immer etwas Anrühiges zurück. Diese Brüder verstellten sich doch nur ...

Eigentlich bräuchten einen weder Piketty noch seine bürgerlichen Widersacher besonders zu interessieren: die Ökonomie von Piketty ist, wie marxistische Wissenschaftler milde rügen, „vulgär“, die reichlich hirnlosen Beißreflexe seiner Feinde schaffen es spielend, sogar noch unter solchem Niveau zu bleiben. Sie sind einfach nur platt, plan, ordinär. Pikettys zentrale These übrigens ist, dass die ungerechte Verteilung des Vermögens vom Wirken eines Mechanismus herrühre, welcher der

schlichten Ungleichung $r > g$ folge. Dabei steht r für die durchschnittliche Kapitalrendite und g für das Wachstum der Wirtschaft. Stimmt nicht, kräht da unser „Experte“, der Autor besagter Kampfschrift, dazwischen. Und er müsse es wissen, schließlich sei er doch 25 Jahre in mehreren Finanzinstituten „im Research“ tätig gewesen und derzeit bei der Bayerischen Landesbank beschäftigt. Woran man, nebenbei bemerkt, wieder mal sehen kann, wer womit in München richtig viel Geld verdienen kann (aber nicht nur dort!).

Dieser unser „Experte“ kann sich dabei auf eine noch weitaus bedeutendere Leuchte seines Gewerbes, nämlich auf den Münchener Professor Hans-Werner Sinn, berufen. Dieser Herr hat zur Widerlegung Pickettys eine eigens von ihm höchstpersönlich kolportierte Erdhaufen-Parabel erfunden. Die geht so: die prozentuale Wachstumsrate der Menge an Erde, die zu einem Haufen aufgeschüttet wird, konvergiert „gegen die Wachstumsrate der Schaufelgröße“. Weil: „die Gesetzmäßigkeit liegt darin begründet, dass eine jede wachsende Größe auf die Dauer nur mit der Rate wachsen kann, mit der auch der Zuwachs wächst“ (original Hans-Werner Sinn).

Ins Formale übersetzt heißt das: die Rate einer Wachstumsgröße $x(t)$ meint hier offenbar die auf eine Zeitdauer bezogene Änderung der Wachstumsgröße, also deren Änderungsgeschwindigkeit $\dot{x}(t) = dx/dt$; die „prozentuale Wachstumsrate“ könnte dann mit $\dot{x}(t)/x(t)$ übersetzt werden. Bezeichnet man nun den Zuwachs $\dot{x}(t)$ mit $u(t)$, dann will die Sinn-Formel besagen, dass „auf die Dauer“ (sagen wir, für $t \rightarrow \infty$) die Rate $\dot{x}(t)/x(t)$ gegen $\dot{u}(t)$ konvergiert, denn nichts anderes besagt das „Wachstum des Zuwachses“. Tatsächlich erhalte ich hierfür

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\dot{x}}{x} \right) = \frac{\ddot{x}}{x} - \left(\frac{\dot{x}}{x} \right)^2 = \frac{\dot{u}}{x} - \left(\frac{\dot{x}}{x} \right)^2$$

und wenn beide Seiten der Gleichung Null sind, kann ich zur Not noch den Schluss ziehen, dass dann eben $\dot{x}^2/x = \dot{u}$ gelten müsste. Wie hie-

raus aber „gesetzmäßig“ $\dot{x}/x = \dot{u}$ entstehen soll, und was dies vor allem mit der noch alberneren Piketty-Formel zu tun haben soll, erfährt man nicht – das müsst ihr die Insassen dieses volkswirtschaftlichen Narrenkäfigs schon selber fragen.

Jedenfalls kommt, folgt man den Ausführungen Pikettys, alles Unheil, alle Ungerechtigkeit dieser Welt davon, dass das Kapital schneller wachse als die Wirtschaftskraft (und „die Armut kommt von der Poverität“, oder was?). Doch wie kann das zugehen?

Die kapitalistische Warenproduktion hat die Tendenz, die herzustellenden Güter immer billiger werden zu lassen, und das bedeutet, dass immer weniger Arbeitsstunden für eine Einheit produzierter Ware aufgewandt werden. Am Ende steht die Vorstellung, die Waren vollautomatisch ohne jegliches Eingreifen von Menschen herzustellen; die Phantasie von der menschenleeren, vollautomatischen Fabrik geisterte noch in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts durch die Fachpresse. Doch was ist daraus geworden? Konnte man nicht, oder wollte man sie nicht, die totale Automatisierung?

Hierauf gibt es viele Antworten; ich beschränke mich auf zwei: die totale Automatisierung hat sowohl eine technische als auch eine ökonomische Schranke. Die technischen Grenzen lassen sich zwar immer weiter ausdehnen, bleiben aber dennoch endlich. Der unerledigte Rest hängt damit zusammen, dass sich nicht alle Abläufe formalisieren und algorithmisieren lassen, was für deren Automatisierung unabdingbar ist. Dieses Problem kann bis an die Grenzen der Berechenbarkeit reichen.

Die ökonomische Schranke wiegt allerdings schwerer, denn sie offenbart etwas, was man als den inneren Widerspruch der kapitalistischen Warenproduktion schlechthin anzusehen hat: die Kapitalakkumulation und mit ihr in engem Zusammenhang stehend das Wertschöpfungsprinzip des Kapitalismus, nämlich die Ausbeutung, die Exploitation. Damit

Miä Lääwaafn

ist die Tatsache umschrieben, dass der Wert, den ein Arbeiter, eine Arbeiterin in einer bestimmten Zeit schafft, größer ist als das, was er bzw. sie für diese Zeit an Arbeitsentgelt erhält. Den überschüssigen, Wertzuwachs m nennt Karl Marx den Mehrwert, und zwar bezeichnet er damit jenen Teil des Wertzuwachses, dessen sich der Kapitalist bemächtigt, ohne die Arbeiter dafür zu entlohnen.

Die Mehrwertrate $\mu = m/v$ ist eine dimensionslose Größe, die den Mehrwert m zu den Lohnkosten v ins Verhältnis setzt; Karl Marx bezeichnet sie auch als „Exploitationsgrad der Arbeit“. Betrachtet man diese Mehrwertrate μ als konstant (und es gibt gute Gründe, von einer nur wenig veränderlichen Mehrwertrate auszugehen), so wird zugleich auch deutlich, dass sich der Mehrwert $m = \mu \cdot v$ nur realisieren lässt, wenn $v \neq 0$ ist, soll heißen: wenn menschliche Arbeitskraft genutzt (oder auch ausgenutzt, ausgebeutet, exploitiert) wird. Das bedeutet, dass eine vollautomatisierte Produktion, die also gänzlich ohne jede menschliche Arbeitskraft auskommen würde, schlicht und ergreifend unrentabel wäre. Ohne menschliche Arbeitskraft kein Mehrwert, ohne Mehrwert kein Profit!

Der Profit p nämlich ist der Wert W , den eine Ware auf dem Markt zu realisieren vermag, abzüglich den Selbstkosten der Produktion, die von dem Kapitalisten in Form von Anlagen, Rohstoffen usw. sowie Löhnen und Gehältern vorgeschossen werden. Diese Selbstkosten seien als Summe $c + v$ des konstanten Kapitals c und des variablen Kapitals v ausgedrückt. Dann ist der Profit p einer Ware gleich der Differenz $p = W - (c + v)$; er entspricht gerade dem in der Produktion erarbeiteten (und vom Kapitalisten einbehaltenen) Mehrwert $m = p$.

Es liegt dann nahe, den Quotienten $\pi = m/(c + v)$ als Profitrate π zu betrachten, die das Verhältnis von erarbeitetem Mehrwert m zu den Selbstkosten $(c + v)$ zum Ausdruck bringt (Kapitalverzinsung). Die Profitrate π ist, wie bereits zuvor die Mehrwertrate μ , wiederum eine dimensionslose Größe. Dieser Hinweis ist deshalb wichtig, weil ansonsten noch diskutiert werden müsste, in welchen Einheiten die Größen m

, c und v angegeben werden sollen.

Als dritte Formel soll noch $\Omega = c/v$ betrachtet werden, die das Verhältnis von konstantem Kapital c zu variablem Kapital v , also im wesentlichen die Anlagenkosten im Vergleich zu den Lohnkosten, beschreibt. Sie wird gelegentlich als Verhältnis von „toter“ (d.h. zu Maschinen, Gebäuden und Vorrichtungen geronnener) Arbeitskraft zu „lebendiger“ Arbeitskraft interpretiert. Karl Marx spricht auch von „organischer Zusammensetzung“ des Kapitals.

Diese drei Formeln lassen sich zu einer einzigen

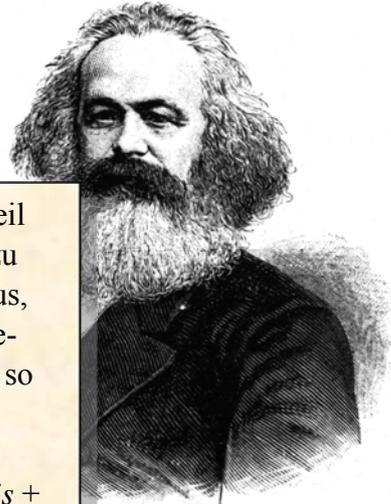
$$\pi = m/(c + v) = \mu/(\Omega + 1)$$

zusammenfassen: die Profitrate π ist danach das Verhältnis von Mehrwertrate μ zu organischer Zusammensetzung Ω des Kapitals. Und dieses Verhältnis hat es gewaltig in sich, denn es birgt den erwähnten inneren Widerspruch des kapitalistischen Wirtschaftens in sich: Kapitalakkumulation und Ausbeutung. Es ist ganz offensichtlich, dass bei konstanter Mehrwertrate μ die Profitrate π kleiner wird, wenn die organische Zusammensetzung Ω wächst. Umgekehrt kann die Profitrate π nur dann wachsen, wenn die organische Zusammensetzung Ω schrumpft (wiederum für konstante Mehrwertrate μ).

Betrachten wir dazu zwei aufeinander folgende Zeiträume: im ersten Zeitraum soll die Ware den Wert $W = c + v + m$ repräsentieren, im Folgezeitraum aber den Wert $W' = c' + v' + m'$. Somit wäre im ersten Zeitraum die Profitrate $\pi = \mu/(\Omega + 1)$, im Folgezeitraum dagegen $\pi' = \mu'/(\Omega' + 1)$. Setzt man die beiden Profitraten zueinander ins Verhältnis $\pi'/\pi = (\mu'/\mu) \cdot ((\Omega + 1)/(\Omega' + 1))$, so sieht man, dass bei konstanter Mehrwertrate $\mu' = \mu$ und damit für $(\mu'/\mu) = 1$ das Profitatenverhältnis π'/π eine dem Verhältnis der organischen Zusammensetzungen Ω'/Ω genau entgegen gerichtete Tendenz aufweist: ist $\pi'/\pi > 1$ (wachsende Profitrate), so muss $\Omega'/\Omega < 1$ sein (abnehmende organische Zusammensetzung), und umgekehrt.

Miä Lääwaafn

Dies ist im Kern das Gesetz vom tendenziellen (oder, wie Marx auch sagt: vom graduellen) Fall der Profitrate.



Eine Wertsumme ist daher Kapital, weil sie ausgelegt wurde, um einen Profit zu erzeugen, oder der Profit kommt heraus, weil eine Wertsumme als Kapital angewandt wird. Nennen wir den Profit p , so verwandelt sich die Formel $W = c + v + m = k + m$ in die Formel $W = k + p$ oder *Warenwert = Kostpreis + Profit*.

(Kapital III, MEW 25, S. 46)

Der Profit des Kapitalisten kommt daher, dass er etwas zu verkaufen hat, das er nicht bezahlt hat. Der Mehrwert resp. Profit besteht gerade in dem Überschuss des Warenwerts über ihren Kostpreis. ... Dieser Überschuss steht also in einem Verhältnis zum Gesamtkapital, das sich ausdrückt in dem Bruch m/C , wo C das Gesamtkapital bedeutet. So erhalten wir die Profitrate $m/C = m/(c + v)$, im Unterschiede von der Rate des Mehrwerts m/v .

(Kapital III, MEW 25, S. 52)

Karl Marx (5.5.1818 – 14.3.1883)

Dem Gourmet solcher Formalismen erschließt sich dieser Entwicklungszusammenhang erst dann in voller Schönheit, wenn er ihn als Differentialgleichung zu lesen bekommt. Den elegantesten Zugang erhält man hierbei mit der logarithmischen Ableitung, für die gilt: $d \ln w / dt = \dot{w} / w$. Angewandt auf die Definitionsgleichung der Profitrate liefert der Logarithmus der Profitrate $\ln \pi = \ln \mu - \ln (\Omega + 1)$, und die hierauf bezogene Ableitung nach der Zeit lautet dann:

$$\frac{\dot{\pi}}{\pi} = \frac{\dot{\mu}}{\mu} - \frac{\dot{\Omega}}{\Omega + 1} = \frac{\dot{\mu}}{\mu} - \frac{\Omega}{\Omega + 1} \cdot \frac{\dot{\Omega}}{\Omega}$$

Hierin kann das Verhältnis $\Omega / (\Omega + 1)$ niemals negativ sein, so dass die Änderungsgeschwindigkeit der Profitrate $\dot{\pi} / \pi$ bei unverändertem Exploitationsgrad $\dot{\mu} / \mu = 0$ sich nunmehr auch nach diesem Modell wie angekündigt verhält, nämlich der Änderungsgeschwindigkeit der organischen Zusammensetzung $\dot{\Omega} / \Omega$ genau entgegen gerichtet ist. Wächst diese, muss jene abnehmen, und vice versa.

Marx gibt in seinen Kommentaren hierzu noch eine Reihe von Faktoren an, die dem tendenziellen Fall der Profitrate entgegenwirken. Einer davon ist beispielsweise die Veränderung der Mehrwertrate μ . Wächst diese schneller als die organische Zusammensetzung, so kann es zeitweilig zu einer Zunahme der Profitrate kommen. Feststeht jedenfalls, dass sich das Kapital an diesem inneren Widerspruch abarbeiten muss, bei dessen Bewältigung es zu jenen berüchtigten Krisenzyklen kommt, die das Kapital zwar nicht gerade erfunden, mit ihnen jedoch immerhin zu leben gelernt hat. Dies alles mag jeder bzw. jede im III. Band des Kapitals selber nachlesen.

Nach der Zäsur der Weltwirtschaftskrise 1929, deren Bewältigung einschließlich des Zweiten Weltkrieges länger als zehn Jahre gedauert hat, startet die Profitrate Ende der 1940er, Anfang der 1950er Jahre bei einem historischen Hoch von über 30 % und oszilliert gegenwärtig um gerade mal die Hälfte davon herum bei etwa 15%. Anfang der 1970er Jahre war es schon einmal so weit, dass sich die Profitrate der 16%-

Miä Lääwaafn

Marke bedenklich näherte. Plötzlich gewannen die Anhänger der Galionsfigur der österreichischen Schule und bekennenden Faschismus-Sympathisanten, Friedrich August „von“ Hayek, mit ihrem Neoliberalismus die Oberhand. Die Chicago-Boys übernahmen das Regiment und damit die Verantwortung für alles, was weiter geschah; Reaganomics und Thatcherismus sind ihre bleibenden Denkmäler. Es scheint ganz so, als sei der Kapitalismus seit Beginn der 1970er Jahre mit dem herrschenden Paradigma des Neoliberalismus gegenwärtig drauf und dran, sich selbst und den ganzen Laden tüchtig in die Grütze zu reiten.

Dieselbe Rate des Mehrwerts, bei unverändertem Exploitationsgrad der Arbeit, würde sich so in einer fallenden Profitrate ausdrücken, weil mit seinem materiellen Umfang, wenn auch nicht im selben Verhältnis, der Wertumfang des konstanten und damit des Gesamtkapitals wächst.

Nimmt man nun ferner an, dass die graduelle Veränderung in der Zusammensetzung des Kapitals sich nicht bloß in vereinzelter Produktionssphären zuträgt, sondern mehr oder weniger in allen oder doch in den entscheidenden Produktionssphären, dass sie also Veränderungen in der organischen Durchschnittszusammensetzung des einer bestimmten Gesellschaft angehörigen Gesamtkapitals einschließt, so muss dies allmähliche Anwachsen des konstanten Kapitals, im Verhältnis zum variablen, notwendig zum Resultat haben *einen graduellen Fall der allgemeinen Profitrate* bei gleichbleibender Rate des Mehrwerts oder gleichbleibendem Exploitationsgrad der Arbeit durch das Kapital.

(Kapital III, MEW 25, S. 221 f.)

It's economy, stupid

Rationales Entscheiden des Wirtschaftssubjekts soll auf der Maximierung des Nutzens beruhen, behaupten die Neoliberalen. Die Gesamtheit solcher rationalen Entscheidungen soll des weiteren kennzeichnend für unser Wirtschaftssystem sein. Die Summe der hierbei maximierten Einzelnutzen entspräche dann einem insgesamt maximierten Gesamtnutzen der Gesellschaft.

Ein interessanter Gedanke!

Geschenkt, dass es sich um einen subjektivistischen Ansatz handelt, wie linke Kritiker wähnen. Geschenkt auch, dass eine ernst zu nehmende Nutzensmaximierung einen vollständigen Überblick über den Markt, über die angebotenen Produktvarianten usw. haben müsste, die der einzelne Marktteilnehmer gewöhnlich nicht hat. Geschenkt zum Beispiel auch, dass zwei Marktradikalinnen soweit gehen zu behaupten, die Nutzensmaximierung würde sogar das Verhalten von Frauen steuern, wenn diese sich entweder für Ehe und Familie oder aber für eine Karriere als Prostituierte entscheiden würden. Zumindest hat diese Entscheidung der beiden, so etwas kackfrech zu publizieren – sich also für letzteres zu entscheiden, sie schon einmal für ihre außerordentlich erfolgreichen akademischen Laufbahnen bestens empfohlen.

Nein, wenn man den Dingen auf den Grund gehen will, sollte man an möglichst unverdächtiger Stelle zu bohren beginnen.

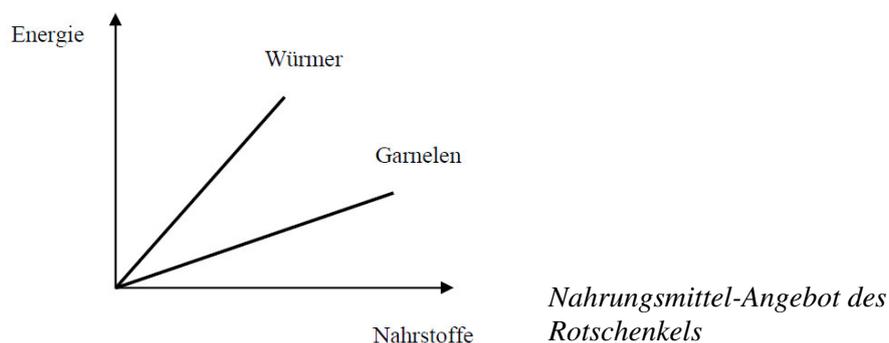
Ich jedenfalls hatte das Vergnügen, in San Marino der Gründung der dortigen Universität beiwohnen zu dürfen, zu deren feierlicher Eröffnung lauter maßgebliche Wissenschaftsbombulanzen zusammengekarrt worden waren, die zu Nutzensmaximierung etwas Gescheites vorbringen sollten. Umberto Eco war da, Daniel Dennett war da, Tom Bösner war da, David McFarland war da – und ich, inmitten all dieser Zelebritäten! Tom Bösner, der mir die Einladung beschafft hatte, schärfte

Miä Lääwaafn

mir ein, auf jeden Fall den Schnabel zu halten, ganz gleich, was ich zu hören bekommen würde. Er und David McFarland hatten einen gemeinsamen Auftritt, bei dem es um das Verhalten von Menschen, Tieren und Maschinen gehen sollte. Beiläufig erzählte mir David beim Essen, nachdem er herausgefunden hatte, dass ich eigentlich Ingenieur sei, er habe in seiner Zunft auch lange Zeit als „coloured dog“ gegolten, denn er sei von Haus aus ebenfalls Ingenieur.

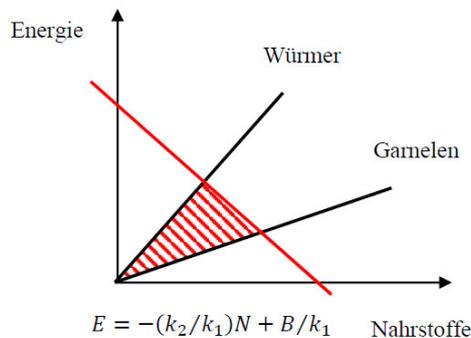
Nun, an die Einzelheiten der Veranstaltung erinnere ich mich nicht mehr, wohl aber an den Plan, der dem Ganzen zugrunde lag. Nämlich den unwiderleglichen Beweis zu führen, dass unser aller Verhalten, einschließlich das der Viecher und der Maschinen und überhaupt, ausschließlich nutzenmaximierend sei.

Das Buch, das David McFarland zu der Zeit wohl frisch herausgebracht hatte, erschien mir immer einen Tacken zu teuer, aber vor zwei, drei Jahren habe ich es mir dann doch gegönnt. Wer zu verstehen versucht, wie herrlich bescheuert die theoretischen Grundlagen der herrschenden Glaubensrichtung der Neoliberalen ist, der ziehe dieses Buch „Evolution des Verhaltens“ zu Rate. Dort wird das neoliberale Märchen, das angeblich sogar das tierische Verhalten maßgeblich lenken und leiten soll, nacherzählt, und zwar so schlecht, dass man dabei enorm lernen kann. Und dies geht so:



Vordergründig soll das Fressverhalten des Rotschenkels analysiert werden, der die Wahl hat, Garnelen oder Würmer zu sammeln. Das Problem hierbei: Würmer sammeln erfordert viel Energie und liefert wenig Nährstoffe, während bei den Garnelen wenig Energie bei viel Nährstoffen erforderlich ist. Also ergeben sich in einem Nährstoff-Energie-Koordinatensystem zwei Geraden für die beiden in Betracht kommenden Nahrungsmittel.

Man könnte naiverweise nun annehmen, damit sei alles klar. Wäre ich an der Stelle des Rotschenkels, würde ich mich jedenfalls, ohne zu zögern, dafür entscheiden, mich hauptsächlich von Garnelen zu ernähren. Aber wir bewegen uns ganz offensichtlich in der Welt der Ökonomen, also muss an irgendeiner Stelle die Knappheit herrschen. Und richtig: alles hat seinen Preis, und das Budget des Rotschenkels ist beschränkt. Deshalb wird flugs eine sogenannte Budgetgerade eingeführt, die die Beschränktheit der Mittel ausdrücken soll: $k_1E + k_2N \leq B$. Die Größen k_1 und k_2 sind die Preise für Energie E und Nährstoffe N , und zusammen dürfen sie das Budget B nicht überschreiten. In der folgenden Graphik ist das die fallende Gerade.

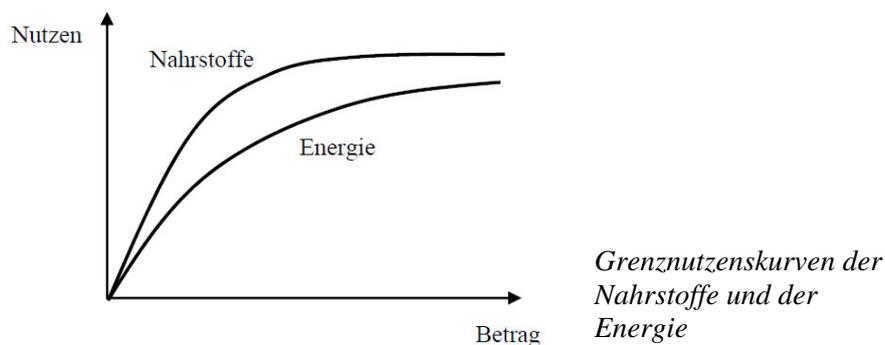


*Nahrungsmittel-Angebot
des Rotschenkels bei be-
schränktem Budget*

Die „Lösung des Problems“ sei nunmehr innerhalb des schraffierten Dreiecks zu suchen. Die Lösung welchen Problems? Ich habe mich doch schon längst für die Garnelen entschieden.

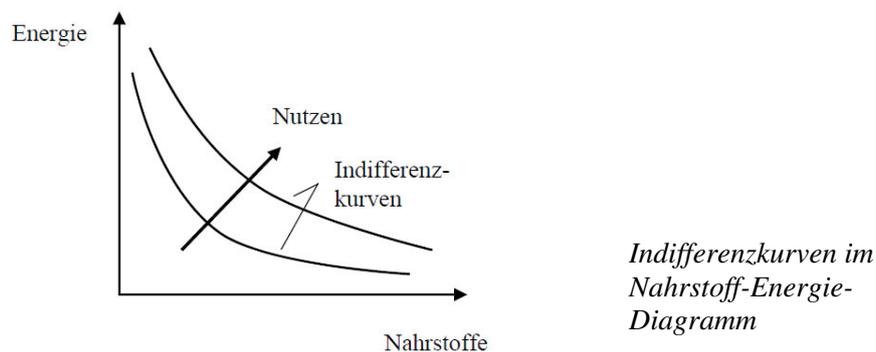
Miä Lääwaafn

Macht nichts. Wissenschaft ist dafür da, munter fürbass zu schreiten. Denn es muss ja unbedingt noch das Grenznutzendogma eingebaut werden. Demzufolge soll es sich nämlich wie folgt zutragen: zu Beginn der Nahrungsaufnahme ist der Nutzenszuwachs noch recht groß; doch mit weiter zunehmender Nahrungsaufnahme wird der Nutzenszuwachs immer geringer, bis schließlich Sättigung eintritt. Die folgende Graphik soll das Gesagte veranschaulichen.



Mit der Energie soll es sich angeblich ebenso verhalten. Aber warum soll mit einem Mal die Energie einen Nutzen haben? Außer dem, bei der Nahrungssuche bzw. Nahrungsaufnahme eingesetzt zu werden?

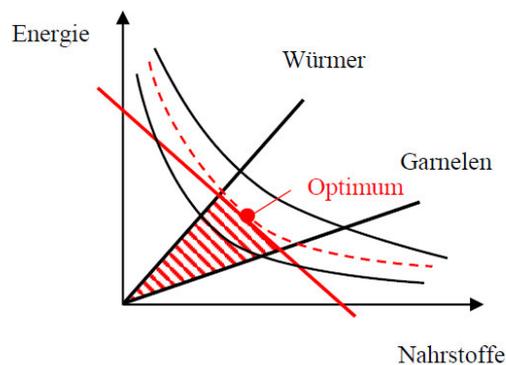
Wurscht. Egal. Ungerührt zeichnet der gute David auch für die Energie eine Grenznutzenskurve ein. Ach so, es ist plötzlich die Rede von der Menge eines Nährstoffes und „seiner Energie“!



Vollends mystisch gestaltet sich sodann die Konstruktion der Indifferenzkurven als „Verbindung aller Punkte mit gleichem Nutzen“. Hier hat David irgendwie läuten gehört, dass es sich dabei um Hyperbeln handeln müsse. Wobei der Nutzen größer wird, je weiter entfernt die Hyperbeln vom Koordinatenursprung sind. Legt man jedoch die obigen Grenznutzenskurven von Nährstoffen und Energie zugrunde, erhält man mitnichten Hyperbeln. Hier scheint unserem Gewährsmann das sichere Gefühl dafür, wie man Leser an der Nase herumführt, verlassen zu haben.

Zur Erläuterung behauptet David, der Rotschenkel könne den gleichen Nutzen aus einer großen Energiemenge verbunden mit einer kleinen Nährstoffmenge ziehen wie aus einer kleinen Energiemenge verbunden mit einer großen Nährstoffmenge.

Nach diesem Credo des offensichtlich unverbesserlichen Fastfood-Fanatikers darf nunmehr getrost das Hyperbelbild mit dem Budgetbild fusioniert werden. Auf dass sich die Schrift erfülle, dass eben alles zusammenwächst, was zusammengehört, dass wirklich auch alles sich genauso verhalte, wie der Neoliberalismus das eronnen hat. Die Wirtschaft, das ganze Tierreich, alle sind sie emsig damit beschäftigt zu optimieren, was das Zeuch hält, so dass gar nichts anderes herauskommen kann als ein allumfassendes Optimum: die beste, die einzigste, die alternativloseste Welt aller Welten. Eben.



Ermittlung des optimalen Nutzens des Rotschenkels

Miä Lääwaafn

Der ganze Trick besteht darin, dass die Energie, von der in den ersten beiden Diagrammen die Rede gewesen ist, eine andere Energie ist als die, von der ab dem Bild mit den Grenznutzenskurven gesprochen wird. Klar: Energie ist Energie. Aber es sollte selbst in der Welt des neoliberalen Voodooismus einen Unterschied machen, ob von *aufgewendeter* oder von *genutzter* Energie, ob also von Energie-Output oder von Energie-Input die Rede ist.

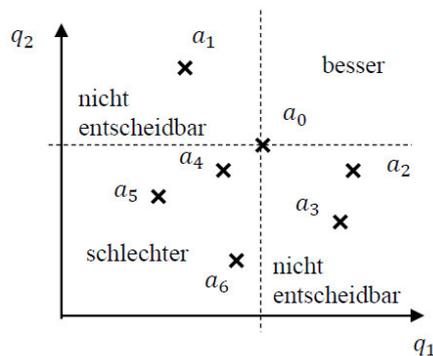
Doch nun im Ernst: Wenn von Maximierung, etwa der eines Nutzens, die Rede ist, dann sollte es möglich sein, die Entscheidungsalternativen der Höhe ihres Nutzens nach zu ordnen, so wie man sich früher zu Beginn jeder Turnstunde der Größe nach aufzustellen hatte. Die Alternative mit dem größten Nutzen ist dann die zu wählende. Man spricht hierbei in der Mathematik von Ordnungsstruktur. Bei Vorliegen einer solchen kann für beliebig ausgewählte Paare von Alternativen a_i und a_k ($i \neq k$) immer entschieden werden, welcher Alternative der Vorzug zu geben ist: $a_i P a_k \leftrightarrow U(a_i) > U(a_k)$.

Die Mathematiker lieben solche Strukturen, die sie dann mit Existenz- und Eindeutigkeitssätzen adeln. Das Dumme ist nur, dass sich in der realen Welt die Dinge nicht immer, meist gar nicht danach richten, wie es der Mathematik bequemt. Oft genug kann nicht einmal jeder Alternative ein eindeutiger Nutzen zuerkannt werden. Vielmehr zeichnen sich die Alternativen in der Regel durch ein ganzes Bündel von Qualitätsmerkmalen (darunter vielleicht auch das eines Nutzens) aus, die gegeneinander abgewogen werden müssen. Diese Merkmale können auch häufig gar nicht durch Zahlenwerte ausgedrückt werden, so dass ein Qualitätsvergleich mangels quantitativ ausdrückbarer Qualitätsmerkmale geradezu unmöglich wird. Was für einen Sinn sollte es haben, etwa das Merkmal „rotes Auto“ gegen „blaues Auto“ mit Zahlenwerten belegen zu wollen?

Aber mal den unwahrscheinlichen Fall unterstellt, alle Güteermale

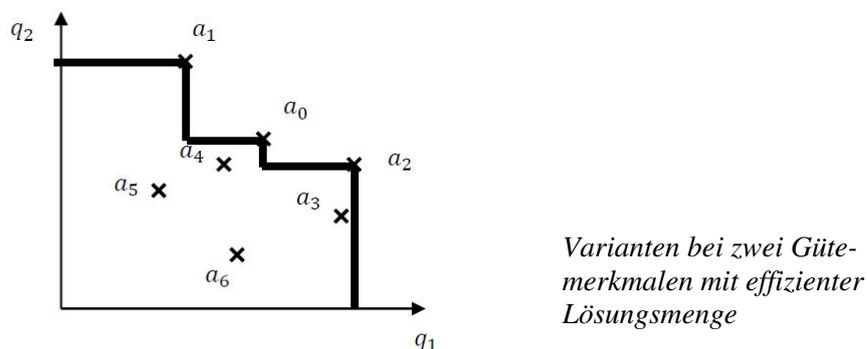
ließen sich so mit Zahlenwerten ausdrücken, dass jedes für sich eine Ordnungsstruktur aufweisen würde. Ein gutes Beispiel dafür wären Zeugnisnoten: eine Eins ist besser als eine Zwei, eine Zwei besser als eine Drei usw. Stellen wir uns weiter vor, wir müssten in einer Schulklasse den Besten, die Beste auswählen. Den Gefallen, in jedem der Fächer besser als jeder andere zu sein, werden uns der Klassenprimus, die Klassenprima nur in Ausnahmefällen tun. Meist ist er bzw. sie beispielsweise in Sport eine Niete. Den Notendurchschnitt heranziehen? Ja sollen denn Religion, Geographie, Kunst genauso stark in den Notendurchschnitt eingehen wie Deutsch, Mathematik oder Englisch? Ah, wir könnten jedes Fach mit der Anzahl seiner Wochenstunden multiplizieren und dann die Gesamtsumme durch die Gesamtanzahl der Wochenstunden dividieren? Aber wenn wir jemanden suchen, der eine naturwissenschaftliche Laufbahn einschlagen soll – sollten wir dann nicht besser nach Art der Fächer gewichten?

Das Problem, um dessen Lösung wir hier ringen, hängt damit zusammen, dass wir es bei Zeugnissen mit vektoriellen Gütekriterien, also mit einem Bündel zu berücksichtigender Güteerkmale zu tun bekommen, die allesamt nur eine Halbordnungsstruktur aufweisen. Zwar gilt auch hier, dass $a_i P a_k \leftarrow \mathbf{q}_i > \mathbf{q}_k$, aber wir haben es jetzt mit Gütevektoren $\mathbf{q}_i, \mathbf{q}_k$ zu tun, für die $\mathbf{q}_i > \mathbf{q}_k$ nur dann zutreffend wäre, wenn \mathbf{q}_i in all seinen Komponenten größer ist als \mathbf{q}_k . Man kann den Sachverhalt wieder graphisch veranschaulichen.



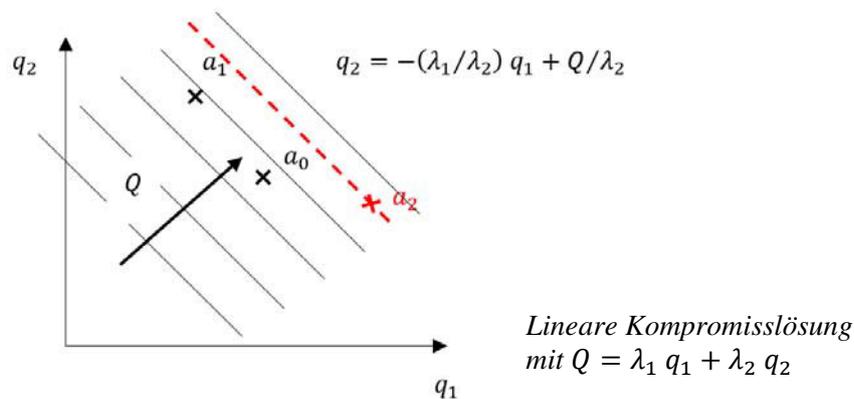
*Varianten bei zwei Güte-
merkmalen mit Halb-
ordnungsstruktur*

Betrachten wir die Variante a_0 : diese Variante ist hinsichtlich beider Gütemerkmale q_1 und q_2 besser als a_4 , a_5 und a_6 . Man sagt auch, a_0 dominiert die Varianten a_4 , a_5 und a_6 . Die Varianten a_1 , a_2 und a_3 aber, die in einem Merkmal besser als a_0 , in einem anderen dagegen schlechter sein mögen, sind indifferent. In diesen Fällen ist eine Entscheidung nicht möglich.



Führt man die Untersuchung bei jeder Variante durch, erhält man eine Teilmenge derjenigen Varianten, die durch keine andere Variante dominiert werden. Ihre Vereinigungsmenge bilden die sogenannte effiziente Lösungsmenge, auch Pareto-optimale Lösungsmenge genannt. Sie enthält die Varianten, die bei einer nachfolgenden Kompromissfindung als Kandidaten für eine optimale Lösung in Betracht kommen. Im obigen Fall sind das die Varianten a_0 , a_1 und a_2 .

Betrachten wir nochmals unser Beispiel mit der Suche nach dem Klassenprimus bzw. der Klassenprima, und beschränken wir uns auf nur zwei Fächer. Den Notendurchschnitt mit gewichteter Mittelwertbildung können wir auch so ausdrücken, dass wir sagen, die Gesamtgüte Q geht aus einer Kompromisslösung hervor, bei der der Notendurchschnitt als Maß für die Gesamtgüte mit Hilfe der Formel $Q = \lambda_1 q_1 + \lambda_2 q_2$ berechnet wird, wobei λ_1 und λ_2 die Wochenstundenanteile der beiden Fächer mit den Einzelnoten q_1 und q_2 sein sollen. Es gilt ganz offensichtlich: $\lambda_1 + \lambda_2 = 1$.



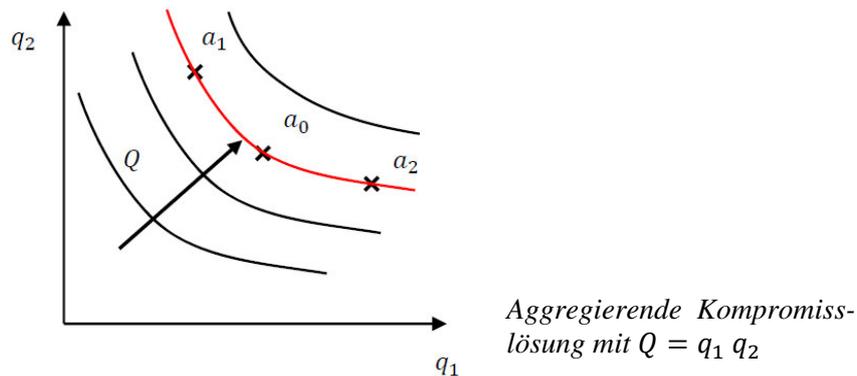
Aus der Formel für die lineare Kompromisslösung kann man die Geradengleichung $q_2 = -(\lambda_1/\lambda_2) q_1 + Q/\lambda_2$ gewinnen; sie entspricht der im obigen Bild eingetragenen Geradenschar. Jede Gerade repräsentiert einen bestimmten Wert des globalen Gütemaßes Q , der umso größer ist, je weiter die betreffende Gerade vom Koordinatenursprung entfernt ist. Diejenige äußerste Gerade, die einen der Lösungskandidaten gerade noch berührt, zeichnet diesen als optimale Lösungsvariante aus. Ließe man die Gerade durch entsprechende Wahl von λ_1 und λ_2 weniger stark fallen, könnte statt a_2 zum Beispiel a_1 dieses Optimum werden.

Aber wie immer der lineare Kompromiss auch gewählt werden würde: die dritte Variante a_0 käme nie in den Genuss, aus einer solchen linearen Kompromisslösung als optimale Variante hervorzugehen. Hierzu müsste man das Konzept, mit linearen Kompromissen ein eindeutiges Optimum zu generieren, aufgeben und die Metrisierung des Gütermerkmalsraumes auf andere Weise durchführen.

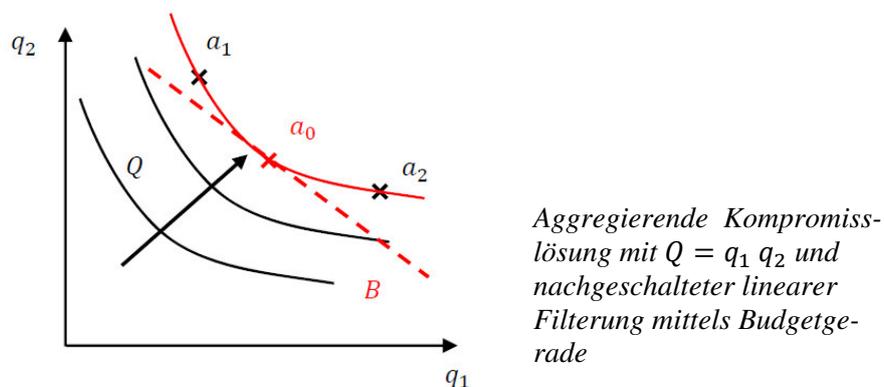
Man kann sich aber auch auf den Standpunkt stellen, anstatt eine bestimmte Einzellösung herausfiltern zu wollen, das Globalgütemaß so zu formulieren, dass möglichst die gesamte effiziente (Pareto-optimale) Lösungsmenge mit allen darin enthaltenen Kandidaten in die optimale Lösung einbezogen wird. Peschel spricht dann von einer aggregierenden Kompromisslösung. Hierfür eignet sich beispielsweise die Formel

Miä Lääwaafn

$Q = q_1 q_2$. Löst man diese nach q_2 auf, so erhält man mit $q_2 = Q/q_1$ eine Hyperbelschar, wie im nachfolgenden Bild zu sehen ist.

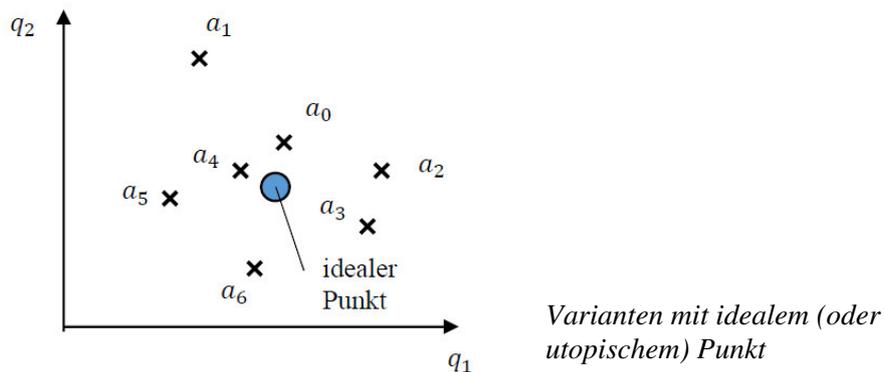


Bei aggregierender Kompromisslösung strebt man offensichtlich danach, möglichst robuste Ergebnisse zu erlangen. Man kann im übrigen diesen Ansatz wiederum kombinieren mit einer linearen filternden Kompromisslösung, indem man die bei den Wirtschaftsvoodoo-Anhängern offenbar so ungeheuer beliebte Budgetgerade wieder einführt.



In diesem Fall wäre es ohne weiteres möglich, die Variante a_0 , die sich vorhin noch als recht sperrig für lineare filternde Kompromisse gezeigt hat, als optimale Lösung auszuzeichnen. Man sieht, es ist wie beim Dichten: am Ende muss man sich nur einen Reim darauf machen können. Aber es kommt noch besser. Meine Lebenserfahrung lehrt mich:

Wähle nie den teuersten Wein, nie den ältesten Calvados, nie die jüngste Frau! Sondern stets das Mittlere. Man kann demzufolge inmitten der Graphik mit all den schönen Varianten einen Punkt setzen, den wir als Idealpunkt, möglicherweise auch als „utopischen“ Punkt ansehen. Wir sind dann frei, diejenige Variante als Optimum zu wählen, die diesem Punkt am nächsten gelegen ist. Damit ist klar, jede der dargebotenen Varianten kommt als Lösung unseres Optimierungsproblems in Betracht; es kommt nur darauf an, das passende Optimierungskriterium zu finden. Man bezeichnet dies als *inverses Optimierungsproblem*. In der Regelungstechnik beispielsweise ist seit langem bekannt, dass jeder PID-Regler, sofern er nur einigermaßen „vernünftig“ eingestellt ist, optimal im Sinne eines quadratischen Gütekriteriums ist. Man braucht dann nur noch nach den passenden Parametern des Gütefunktional zu suchen.



Wenn aber die individuellen, meinetwegen auch „subjektivistischen“ Entscheidungen sogar in der Theorie ebenso beliebig sind wie im wirklichen Leben, welchen Sinn soll es dann unter den obwaltenden Bedingungen noch haben, von einem „gesamtgesellschaftlichen Optimum“ als Summe solch beliebiger Präferenzen zu schwafeln.

Wittgenstein ist hier einmal ausnahmsweise zuzustimmen: wovon man nicht sprechen kann, davon sollte man besser schweigen!

Miä Lääwaafn

Vom Elend des Fortschritts

Über einige ideologische Schwierigkeiten im Umgang mit der Entropie

Hielten sich früher die Fürsten außer Hofnarren auch Projektanten und Adepten für so wichtige Dinge wie Finanzen (Goldmacherei), Bildung (Stein der Weisen) oder Energie (Perpetuum Mobile), so sind heute, namentlich in Großfirmen, Projektmanager mit allem Möglichen beschäftigt: Organisationsentwicklung, Produktvermarktung, Gestaltung von Kommunikationsprozessen, Integration von Datenverarbeitungssystemen in Arbeitsabläufe, usw. Es handelt sich durchwegs um Bereiche, wo es um Informationen geht, und um deren Erfassung und Interpretation, wo ferner Informationen erzeugt, ausgewählt und verändert werden, und wo schließlich deren Verbreitung und Verteilung besorgt wird. Kurzum: es geht um die Dienstleistungsbereiche der Symbolverarbeitung.

Wir sind soeben zurück von einem Kongress für Projektmanager und Unternehmensberater, der zum Thema „Selbstorganisation und Konstruktivismus“ in wundervoller Umgebung, hoch oberhalb eines berühmten Schlosses, abgehalten worden ist. Doch davon später.

Der Begriff Selbstorganisation gehört dem Vernehmen nach zu den sogenannten Begriffen zweiter Ordnung. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie ihre Bedeutung nicht verändern, wenn das Präfix „Selbst-“ weggelassen und stattdessen der jeweilige Begriff auf sich selbst angewendet wird. SelbstOrganisation entspräche demgemäß einer Organisation der Organisation, SelbstBewusstsein wäre das Bewusstsein des Bewusstseins, SelbstLernen ein Lernen des Lernens, usw.

Die Entropie gilt als physikalische Schlüsselgröße für die Beschreibung von Selbstorganisation, nämlich als Maß für die Unordnung in einem System, und sie kann, so behauptet der Zweite Thermodynamische

Miä Lääwaafn

Hauptsatz der Physik, in einem abgeschlossenen System niemals abnehmen. In einem System hingegen, das nicht abgeschlossen ist, sondern mit seiner Umgebung Energie austauscht, ist es möglich, dass die Entropie im Systeminnern abnimmt und die Ordnung dort somit zunimmt. Der physikalischen Größe Entropie ist es also neuerdings, sehr zum Missvergnügen gewisser Schulen der theoretischen Physik übrigens, gestattet, sowohl zu- als auch abzunehmen, je nachdem, wie das zugrunde gelegte System beschaffen und in seine Umgebung eingebettet ist. Damit befindet sich jener Teil der Naturwissenschaften, der dies einräumt, im Einklang mit dem, was ohnehin jeder weiß, und was jederzeit, auch mit unbedarftem Blick, zu beobachten ist, dass nämlich die Ordnung innerhalb eines Systems sowohl abnehmen als auch zunehmen kann. Je nachdem.

Von Selbstorganisation und Konstruktivismus sollte der soeben erwähnte Kongress handeln. Der Konstruktivismus ist eine Richtung der zeitgenössischen Vulgärphilosophie, der in einer seiner gemäßigten Formen solch Atemberaubendes zu vermelden weiß wie etwa den Sachverhalt, dass, wenn ich etwas in meiner Umgebung verändere, diese Veränderung von mir wahrgenommen wird und somit auf mich zurückwirkt. Dass also das, was ich wahrnehme, vielfach von mir selbst verursacht ist. Dass schließlich Wahrnehmen und Verhalten voneinander kaum zu trennen sind.

Zurück also zum Kongress: Wir mitten hinein ins Gewühle, Füller gezückt, Ohren gespitzt, und los geht's. Aus der aneinanderreihenden Aufzählung von Schlagwörtern wie Guru Theory, TQM (steht für Total Quality Management, was in diesem Zusammenhang ungefähr soviel bedeuten dürfte wie die drei Buchstaben T, Q und M, nämlich gar nichts), Business Process Re-Engineering oder The Learning Organization zieht da jemand messerscharf den kühnen Schluss: „Unternehmen müssen sich ändern“ sowie „Alles muß sich ändern“, wobei zu gelten habe: „Wir brauchen Visionen“.

Das Publikum hängt an den Lippen des eigens von Mexiko aus ange-reisten und auf der Durchreise, vermutlich nach Australien, befindli-chen Referenten mit dem unüberhörbar österreichisch-ungarischen Ak-zent. Denn es geht wirklich Schlag auf Schlag.

Es gebe da, erfahren wir, Megatrends, wie etwa den von der production society zur information society. Und während wir noch dabei sind, uns auszumalen, wie uns eine auf dem Computer-Monitor dargebotene vir-tuelle Frühstücksschrippe wohl munden mag, schreitet der Weltgeist bereits unerbittlich fort und fragt die Fragen aller Fragen: Was sind Trends? Sind es Konstruktionen? Oder objektiv, also unabhängig vom Subjekt, existierende Entitäten? Oder intersubjektiv konstruierbar? O-der gar Widerspiegelungen?

Und weiter geht es. Wie uns nämlich die allgemeinen Systementwick-lungsprozesse lehren würden, sei – vermutlich im Unterschied zu ge-legendlichen Behauptungen einer der zahlreichen Spielarten des Kon-struktivismus – eine rationale Analyse eben doch möglich. Vielleicht ist es auch umgekehrt, dass die rationale Analyse etwas über die allge-meinen Systementwicklungsprozesse lehrt. Ist auch völlig egal, denn auf jeden Fall, so findet der Referent, sei ein kurzer Blick zurück in die Geschichte aufschlussreich und sehr viel wichtiger als alles andere.

Und wo beginnen wir da am besten? Richtig – dort, wo alles angefan-gen hat, als vor fünfzehn Milliarden Jahren unser Universum entstand. Danach wurde irgendwann die Erde geboren, die eine Vielzahl von Le-bewesen hervorgebracht hat, am Schluss sogar den Menschen.

Hieran könne man erkennen, wie sich alles entwickeln würde, und zwar wegen der Sonne. Die treibe nämlich die Erde als eine Art Photonen-mühle an. Man müsse sich das wie eine überschlächtige Wassermühle vorstellen, bei der allerdings statt Wasser die von der Sonne kommen-den heißen Photonen auf die Schaufeln des Mühlrades herabfallen, die-ses in Bewegung halten und schließlich mit ihrer weit niedrigeren irdi-schen Temperatur in das kosmische Photonenmeer zurückgeschleudert

Miä Lääwaafn

werden würden, in welchem sie bei einer Temperatur nahe dem absoluten Nullpunkt tiefgekühlt werden. Das sei dann die kosmische Hintergrundstrahlung.

So weit, so gut. Doch leider, leider würden wir uns gegenwärtig in einer äußerst kritischen Epoche befinden, die dadurch gekennzeichnet sei, dass das System Gaia, vulgo Erde, zwar bezüglich Energie thermodynamisch offen, in Bezug auf die Materie jedoch geschlossen ist. Es komme verschärfend hinzu, dass die natürlichen Gleichgewichte gestört und in einigen Bereichen die Grenzen der Irreversibilität bereits überschritten seien. Dies erkenne man an diversen Stress-Syndromen wie etwa der „fünften Schockwelle“, die über unseren Globus rast, und deren Einzelheiten dem neuesten Büchlein des Referenten, das auf dem Büchertisch vor dem Spiegelsaal feilgeboten wird, zu entnehmen seien.

Zum Glück, lässt uns der Referent wissen, gebe es da aber noch evolutionäre Gigatrends, die sich, wie wir den Erläuterungen entnehmen dürfen, zu den gewöhnlichen Megatrends etwa so verhalten wie beim Schafkopf der Ober zum Unter, von denen – zumindest in Bayern – jedes Kind weiß, dass der Ober immer den Unter sticht. Genauso scheint es sich auch bei den Giga- und Megatrends zu verhalten: jedes Giga sticht ein Mega. Diese evolutionären Gigatrends bestehen im einzelnen aus

1. technologischem Wandel und Innovationen,
2. Konvergenz durch Kooperation und Synergie,
3. Höherentwicklung der Organisation durch Hyperzyklen,
4. Bifurkationen und zeitweise chaotischen Entwicklungsverläufen.

Und was immer auch geschehen mag: die Gigatrends bleiben Sieger.

An dieser Stelle beginnen wir unsere Sachen zu packen, weshalb wir hier auch nur noch recht diffuse Erinnerungen an irgendwelche chaotischen Fenster wiedergeben können, durch welche man gelegentlich ins Innere der evolutionären Prozesse gelangen könne, um in diese nach Kräften verändernd einzugreifen oder sich sonstwie zu vergnügen. Bei

diesem tröstlichen, ja fast schon traulich-anheimelnden Schlussbild, das uns ebenfalls an Bayern, nämlich an das sattsam bekannte Fensterln im, sagen wir, Gräfelinger Bauerntheater gemahnt, bemerken wir ein zunächst leichtes, allmählich aber heftiger werdendes Kopfschütteln unserer Nachbarin, die nun ebenfalls, teils irritiert, teils indigniert, ihr Schreibwerkzeug wegpackt.

Was würden wir dafür geben, wenn wir erfahren könnten, was ihr bei Begriffen wie chaotische Attraktoren, systemische Vulnerabilität oder Brownsche Molekularbewegungen so durch den Kopf geht. Vermutlich etwas ähnliches wie: „Die Signale, die diese Welt im Augenblick aussendet, und die Informationen aus dem Chaos des Irrationalen bis hinein in die Wissenschaften selbst, sind überhaupt nicht eindeutig, sondern spiegeln uns wie ein Facettenauge eine Palette möglicher Wahrheiten entgegen.“ Blütensammlungen wie diese sind mittlerweile stilbildend geworden und man kann sie ohne langes Suchen, nahezu blind in der einschlägigen populären Literatur finden, wenn es um so Bedeutungsschwangeres geht wie Chaos oder Selbstorganisation.

Beim Weggehen fragen wir uns, wie all diese Projektemacher und Unternehmensberater, etwa 200 bis 250 Personen an der Zahl, solch fulminante Erkenntnisse in ihrer Alltagspraxis wohl anwenden mögen. Wir kommen überein, dass es da mindestens vier Fraktionen geben müsse. Die einen, die Nachdenklichen, Skrupelhaften, sind ehrlich bemüht, das, was sie auf einem solchen Kongress zu hören bekommen, wirklich zu verstehen und anzuwenden. Es sind dies diejenigen, die entweder alsbald zu einer der drei anderen Fraktionen überwechseln oder aber über kurz oder lang das ganze Gewerbe frustriert aufgeben.

Die zweite Gruppe bilden die Abgebrühten, die Routiniers unter den Projektemachern, die intuitiv natürlich längst erfasst haben, dass es ziemlich unerheblich ist, ob man nun management by projects, management by walking oder by love, management by chaos, by Tao oder „anything goes“-Management macht. Man muß nur die gängigen

Miä Lääwaafn

Schlagwörter beherrschen, will man sich im Projekt- oder Beratungsgeschäft halten. Wichtig, ja überlebensnotwendig dabei ist jedoch, dass der gesunde Menschenverstand, der fürs Projektemachen gelegentlich dann doch gebraucht wird, keinen bleibenden Schaden davonträgt. Im übrigen kann man sich bei solchen Veranstaltungen den Akku wieder mal so richtig aufladen lassen. Man braucht das in diesem Gewerbe. Es sind dies die Schlagwort-Sammler, die sesshaft Gewordenen unter den Projektanten.

Die Schlagwort-Jäger bilden die dritte Gruppe, sie sind die Gebildeteren unter den Projektanten und ihren Adepten. Sie lesen sehr viel, verstehen wegen der Menge und Vielfalt des Materials und wegen ihres chronischen Zeitmangels aber meist nur die Hälfte, eben weil sie so viel lesen. Aber sie sind bereits so gut im Geschäft, dass sie es sich leisten können, auch mit nur Halbverdautem ihre Klientel abzufüttern.

Die vierte Gruppe schließlich bilden diejenigen, die zwar nicht an der Spitze von Unternehmen stehen, aber immerhin über ausreichend Einfluss und Budget verfügen, die free-lances des Projektantentums als Berater zu beschäftigen. Um sie kreist, bei genauerer Betrachtung, eigentlich die ganze Veranstaltung.

Selbstorganisation, Chaos, Entropie, Megatrends, Gigatrends, Photonenmühlen, Evolution, Systeme – das also ist der Stoff, aus dem in unseren Unternehmen derzeit Visionen gewoben werden. Das zugehörige Personal macht sich unterdessen auf den Weg zu Kreissaal-Diskussionen, Dämmerstundenvorträgen oder Workfields. Später am Abend schildern sie, sich dazu berufen fühlend, die dringend gebotenen Veränderungen in unseren Unternehmen auf den Weg zu bringen, ihr Wirken in informellen Selbstdarstellungsrunden, d.h. nach dem dritten Glas Trollinger, dann ungefähr so:

„Ich habe da unlängst ein Organisationsentwicklungsprojekt aufs Auge gedrückt bekommen. Das Ganze war ziemlich verfahren. Man weiß ja,

wie das ist. Eigentlich will einen nur der Chef auf irgendeine intelligente Weise loswerden, und da schickt er einen eben zu einem Projekt. Ich bekomme also blitzschnell heraus, dass die Mitarbeiter des Innendienstes - ich bin bei einem Versicherungsunternehmen - ihren Kollegen im Außendienst vorwerfen, sie würden die Leute beim Verkauf der Policen falsch beraten. Eigentlich seien das alle Betrüger. Die vom Außendienst wiederum behaupten vom Innendienst, dass sie nur den Profit im Kopf hätten, risikoscheu seien und die Kunden im Zweifelsfall über den Tisch ziehen würden.“

Was macht man also in so einer Situation? Ich habe den Lösungsweg vergessen. Er ist auch ziemlich unwichtig, weil diese Geschichten stets auf recht unüberprüfbare Weise mit einem durchschlagenden Erfolg des Erzählers auszugehen pflegen und eigentlich recht wenig über das Problem und dessen Lösung, umso mehr aber über den Erzähler wiedergeben. Aber wir begreifen allmählich, worum es hier mit Sicherheit nicht geht: nämlich um Veränderungen, um wirkliche Veränderungen. Wobei wir gestehen, dass wir recht rohe, um nicht zu sagen richtiggehend materialistische Vorstellungen von „wirklichen Veränderungen“ haben, und nicht jene subtilen Assoziationen, wie sie offenbar vornehmlich die Eingeweihten befallen.

Wissenschaft? Seriosität? Verantwortung? Wir fragen uns ernsthaft, was da eigentlich abläuft. Beflügelt von den vielen Erfolgsgeschichten auf dem Kongress, dauert es nicht lange, und wir werden – möglicherweise – fündig.

Dieser Kongress „Selbstorganisation und Konstruktivismus“ ist mitsamt seiner erstklassigen Besetzung aus der *crème de la crème* des internationalen konstruktivistischen Selbstorganisations-Wanderzirkus nur ein Zwischenstadium im Gesamtprozess von Entwicklung, Produktion und Vermarktung von Begriffen, von ihrer Nutzung, Vernutzung und Außerdienststellung.

Miä Lääwaafn

Es ist eben nicht so, wie in einem schon fast rührenden Artikel eines in Siegen lebenden Physikers zu lesen ist, dass da auf fragwürdige, ja richtiggehend gemeine Art und Weise ganz und gar unstatthafte Transfers naturwissenschaftlicher Konzepte in die Gesellschaftswissenschaften ablaufen. Über diese Ära einer auf Schmuggel basierenden Naturaltausch-Wirtschaft ist man längst hinaus. Der Vorgang ist wesentlich komplexer – und vor allem: er ist in hohem Maße industriell organisiert.

Es bleibt nicht mehr einzelnen Personen, Interessengruppen, Einrichtungen wie Hochschulen, politischen Parteien und sonstigen gesellschaftlichen Gruppen überlassen, den sogenannten Diskurs unbeaufsichtigt zu führen. Genauso wenig, wie im Zeitalter der weltumspannenden integrierten Netzwerkdienste oder des integrierten Verkehrsmanagements das Marktgeschehen bei den elektronischen Medien oder im motorisierten Individualverkehr von einzelnen genialen Radiobastlern oder fanatischen Autonarren bestimmt werden kann, verbleibt auf dem Markt des gesellschaftlichen Diskurses noch irgendetwas dem Zufall.

Natürlich hatte Heiner Geißler auf seine banale Art recht, als er seinerzeit sinngemäß sagte, dass, wer die Macht haben will, zuerst die Begriffe besetzen müsse. Nur sind die Politiker selbst, sieht man von gelegentlichen, praktisch vernachlässigbaren Rückfällen ins archaische, sozusagen präpostmoderne Kommunikationszeitalter ab, längst von selbständigen Begriffsproduzenten zu einfachen Mitwirkenden am Marktgeschehen degradiert worden.

So esoterisch die ganze Debatte um Veränderungen, Selbstorganisation, Entropie, Chaos und ähnlichem auch erscheinen mag: diese Begriffe würden sich – gerade wegen ihrer Esoterik, d.h. wegen ihrer nur für Eingeweihte begreiflichen Bedeutung – besonders gut eignen für eine weitergehende Analyse, für ein ungestörtes Nachspüren ihrer Entstehung, ihrer Umwandlung in Waren und ihrer Verbreitung. Wir könnten dabei um bessere Einsichten reicher werden und würden besser zu verstehen lernen, wie Begriffe entstehen, wie sie auf den Begriffsmarkt gelangen und wie sie dort verbreitet und angewendet werden.

Es hieße freilich das Wesen der Marktgesetze völlig verkennen, wenn man glaubte, dieser Diskurs ließe sich durch korrigierendes Eingreifen (etwa im Sinne altmodischer Begriffsarbeit durch korrekte Interpretation und Verwendung von Begriffen) noch verbessern oder gar konsensfähig machen. Als Reaktion auf solche Interventionen wäre nur ein weiteres Ausdifferenzieren des Begriffsmarktes und seiner Produkte zu befürchten, neue Wettbewerber würden in Erscheinung treten, ihre Produkte würden gewogen, deren Gebrauchswert erprobt und der Tauschwert taxiert werden – und weiter und immer schneller würde sich das Karussell drehen.

Deshalb gibt es nur einen Ausweg: die Kakophonie auf die Spitze treiben, die Begriffsentropie immer weiter erhöhen, die Halden des Sprachmülls zu einem wahren Wortgebirge anhäufen – bis niemand im Traum mehr daran denkt, auch nur das Papier zu bezahlen, auf dem so etwas geschrieben wird.

Miä Lääwaafn

Selbstorganisation – ein stets aktuelles Missverständnis

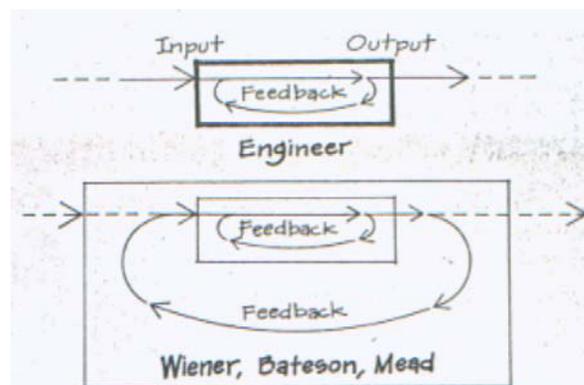
*Mit dem vielgerühmten Prinzip:
„Alles, was ich klar und deutlich von einer Sache erfasse,
das ist wahr oder kann von ihr ausgesagt werden“,
wird heutzutage viel Missbrauch getrieben.
(Leibniz)*

Anders als später von William Ross Ashby in seiner 1956 erschienenen „Einführung in die Kybernetik“ behauptet, war die von Wiener eigentlich betriebene Kybernetik zwar eine Theorie möglicher (d.h. elektronischer, mechanischer, neuronaler, wirtschaftlicher oder auch abstrakter) Maschinen, vor allem aber war sie von Anfang an als eine Theorie realer Mensch-Maschine-Systeme konzipiert. Wiener selbst definierte Kybernetik als Kommunikation und Steuerung *in*, und nicht *von* Tier und Maschine. Diesen kleinen Unterschied erachteten seine Epigonen und die auf den „Bandwagon Kybernetik“ (Hans Lenk) mit aufgesprungenen Apologeten, für unwesentlich und wischten ihn beiseite. Mit beträchtlichen Folgen.

Wiener wandte sich nachdrücklich gegen jegliche Einvernahme der Kybernetik zur Lösung sozialer Probleme, wie dies einigen Teilnehmern der Treffen der Macy-Stiftung, namentlich Gregory Bateson und Margaret Mead, vorgeschwebt haben mochte. Er führte triftige Gründe für seine ablehnende Haltung an. Zum einen seien die hauptsächlichsten Einflussfaktoren von Gesellschaften nicht ausschließlich stochastischer Natur. Soweit sie aber stochastischer Natur sind, sei zum andern die Laufzeit solcher Statistiken außerordentlich kurz. Wiener verglich die Situation mit der optischen Beobachtung astronomischer Objekte durch eine Linse. Für eine gute Auflösung des Lichts benötigt man Linsen mit großer Apertur. Diese aber könne man nicht beliebig vergrößern, sondern stoße an gewisse Grenzen. In ähnlicher Weise sei das Ergebnis

Miä Lääwaafn

langer statistischer Beobachtungen unter stark variierenden Bedingungen trügerisch und unrichtig. Soziale Wissenschaften aber seien recht unergiebig Testgebiete für neue mathematische Techniken – ebenso unergiebig, wie die statistische Mechanik eines Gases für ein Wesen von der Größenordnung eines Moleküls sein würde.



*Kybernetik 1. Ordnung (oben) und 2. Ordnung (unten)
(Bateson und Mead, 1973)*

Gerade diese letztzitierte Bemerkung Wieners muss einige Leute geradezu beflügelt haben, aus der Kybernetik der beobachteten Systeme (first-order cybernetics) eine solche der beobachtenden Systeme (second-order cybernetics) zu basteln. Die obige Skizze, die den Unterschied zwischen beidem illustrieren soll, stammt von den bereits erwähnten Protagonisten Bateson und Mead. Im Zuge dieses Übergangs entwickelten sich Forschungsansätze wie Autopoiese (Humberto Maturana, Francisco Varela, Niklas Luhmann usw.), Selbstorganisation (Heinz von Foerster) oder konstruktivistische Systemtheorie (Ernst von Glasersfeld).

Heinz von Foerster etwa, der sich gern als einer der Väter der Kybernetik in Szene setzte, lieferte über Jahrzehnte die Stichwörter eines von ihm angeblich gefundenen „order from noise“-Prinzips. Aber er behauptete auch schon mal, wie Heinz Zemanek noch in der 1967er Auflage des „Taschenbuchs der Nachrichtenverarbeitung“ zu vermelden

wusste, das glatte Gegenteil. Ihm wird in Wikipedia nachgesagt, eine seiner herausragenden Forschungsleistungen sei die 1960 von ihm veröffentlichte Weltuntergangsformel, derzufolge am 13. November 2026 der Tag des Jüngsten Gerichts sein würde.

Die Neue Ganzheitlichkeit, die dabei immer wieder in unterschiedlichsten Zusammenhängen bemüht wird, fand ihre Anhänger dort, wo das Arbeiten mit analytischen Zusammenhängen von jeher auf Unverständnis und Ablehnung gestoßen war. Insgesamt muss konstatiert werden, dass die Überschreitung der von Wiener gezogenen Grenzen der Entwicklung der Kybernetik mehr schadete als nutzte. In der Folge wollten immer weniger seriöse Wissenschaftler mit ihr in Verbindung gebracht werden.

Auch die in den 1990er Jahren sich bildende systemisch-evolutionäre Bewegung berief sich auf die „second order“-Kybernetik. Weit verstreut im Dunst halbakademischer Zirkel, insonderheit aber – und das überrascht nur auf den ersten Blick – auf den lichten Höhen strategischer Unternehmensberatungen versuchen ihre Repräsentanten weiter von sich reden zu machen. Ein zweiter Blick erhellt: gerade im Management großer, abstrakter Unternehmenskonglomerate trifft man oft auf unterschwellige Sehnsüchte, Einsichten in die großen Zusammenhänge zu gewinnen. Statt sich wie üblich mit fernöstlichen Binsenweisheiten abspeisen zu lassen, möchte man dann doch lieber ein gewisses Mindestmaß okzidentaler Rationalität geboten bekommen, allerdings garniert mit dem wohligen Geraunze von Selbsttranszendenz, reflexiver Mentation oder evolutionären Prozessebenen. Solche Begriffe brauchen gar nicht erst erklärt zu werden. Sie erklären auch nichts, denn sie bedeuten – nichts. Ähnlich verhält es sich mit den anderen unheimlichen Erkennungsparolen, mit denen die Mitglieder des esoterischen Wanderzirkus sich zu erkennen geben, etwa Symmetriebrüche, Selbstorganisation, Autopoiesie, Chaos/Fluktuationen, seltsame Attraktoren, Entropie, Katastrophen, Bifurkationen, Emergenzen – und dann natürlich: Evolution.

Miä Lääwaafn

Doch halt! Selbstorganisation sollte hierbei erst einmal ausgenommen bleiben, einfach, weil sie der wohl interessanteste Aspekt dieser ephemeren Nonsensfluktuation ist.

Machen wir die Probe aufs Exempel: Erich Jantsch, österreichischer Astrophysiker, OECD-Berater und Mitbegründer des Club of Rome. In seinem Buch „Die Selbstorganisation des Universums“ lässt er seine Darlegungen mit einer Hommage an die Jahre 1965 – 1973 anheben, die er als „Metafluktuation“ bezeichnet und von denen er meint: *„Auf den einfachsten Nenner gebracht, ging es dabei immer um Selbstbestimmung und Selbstorganisation und damit auch um Offenheit und Formbarkeit der Strukturen, kurz, um die Möglichkeit ihrer Evolution“.*

Die Argumentation von Jantsch geht tatsächlich so: *„Ein autopoietisches Regime schließt also den Ausdruck einer besonderen Individualität ein, einer bestimmten Autonomie gegenüber der Umwelt. Ungleich einem Kristall ... findet und erhält eine dissipative Struktur die ihr eigene Form und Größe unabhängig von der ‚nährenden‘ Umwelt.“* Nach mehr als geschlagenen 350 Seiten liest sich, was unter „Offenheit und Formbarkeit der Strukturen“ zu verstehen ist, dann so: *„Evolution stellt das Prinzip der Demokratie, zumindest in ihrer heute praktizierten Form, überhaupt in Frage ...“.* Wer sich auf Evolutionismus einlässt, darf sich nicht wundern, wenn Sozialdarwinismus herauskommt. Oder Erkenntnisse wie diese:

„Evolutionäre Kreativität hebt stets das Gesetz der großen Zahl auf, wirkt also elitär (Hervorhebung im Original) im positivsten Sinne ... Es wäre wohl an der Zeit, uns auch staatsphilosophisch klarzumachen, dass das Bekenntnis zum Mehrheitsprinzip – oder deutlicher gesagt, zum Prinzip der Herrschaft des Durchschnitts – geeignet ist, die gesellschaftliche Dynamik immer mehr vom schöpferischen Individuum auf die ‚Systemzwänge‘ zu verlagern.“

Der Autor hält es für das *„wohl tiefste politische Paradoxon unserer*

Zeit“, dass die *„Selbstbestimmung der elitären Fluktuationen bedarf, um zur Selbsttranszendenz zu werden“*. Die *„natürliche Dynamik einfacher dissipativer Strukturen“* lehre uns auf ganz selbstverständliche Weise jenes optimistische Prinzip: *„Je mehr Freiheit in Selbstorganisation, desto mehr Ordnung“*. Ich kann weder begreifen, was an diesem Prinzip „optimistisch“ sein soll, noch kann ich glauben, dass ein solches Prinzip seriös nachweisbar ist.

Jantsch leitet diesen Satz aus der Behauptung ab, das System verwirkliche dabei nur *„seine ihm eigene Struktur und Funktion in desto ausgeprägter Weise, je mehr Freiheitsgrade es besitzt“*, die selbstredend in der Systemtheorie durch nichts gestützt wird, selbst wenn man die aus der Mechanik entlehene „Anzahl von Freiheitsgraden“ mit Freiheit und die „Verwirklichung einer spezifischen Struktur und Funktion“ mit Ordnung gleichsetzt. Dafür aber verraten solche Charaden bei näherem Hinsehen das Muster der Rezeptur, nach der man dort seinen wüsten Sermon zusammenbraut: man bediene sich gewisser Begriffe aus Disziplinen wie Mathematik, Systemtheorie, Theoretischer Physik oder Theoretischer Biologie, die ihrerseits der Alltagssprache entlehnt sind, nunmehr aber hier ihren jeweils eng abgegrenzten, genau definierten Sinn haben, und lasse sie, wieder zurückübersetzt, im Feuilletonjargon ihr verquatztes Unwesen treiben.

Halbwegs gebildeten Menschen wie Niklas Luhmann blieb angehört solch unerträglichem Geschwafels gar nichts anders übrig, als die hieraus zusammengebraute „Systemtheorie“ durch Auftürmen ausgewogener Paradoxien ad absurdum zu führen.

So aber versammelte sich mancherlei Gelichter um die „second-order“-Kybernetik oder was sie dafür hielten. Angelockt von der *„soziotechnischen Perspektive: der Aussicht, Menschen, Organisationen oder ganze Gesellschaften nach Maßgabe fortschrittlicher Zielvorstellungen zu beeinflussen oder gar zu gestalten bzw. umzugestalten“*, wollte man die Menschheit beglücken mit bürokratischer Planung, *„und zwar sanft, ohne Revolution, ohne Terror, ohne Sturz der Regierung“*, und – last

Miä Lääwaafn

but not least – selbstverständlich „ohne Neudefinition der Eigentumsverhältnisse etc.“.

Begriffe sind nicht wehrlos gegen Missbrauch. Sie haben ihre eigene Subversivität und neigen dazu, sich unversehens selbst zu rekonstituieren. Einer der Begriffe, die sich ihrer aparten Nutzung listig widersetzen, ist Selbstorganisation. Damit engverwandte sind: Selbstregulation, Selbstoptimierung, Selbstreproduktion, kurz, all jene extravaganten kybernetischen Wortkreationen mit dem Präfix „Selbst“, die John von Neumann zufolge die höchste Stufe einer noch ausstehenden künftigen Roboterrevolution charakterisieren sollen. Man kann dies auch alles in dem schönen Begriff Autonomie, aus dem Griechischen *autós* (selbst) und *nómos* (Gesetz) gebildet, zusammenfassen: ein autonomes System verhält sich eigengesetzlich, genügt sich selbst und reguliert, optimiert, organisiert und reproduziert sich dabei selbstverständlich auch selbst.

Am einfachsten scheinen die Verhältnisse bei der Selbstregulation zu liegen. Sie umschreibt die Verwirklichung von Regelsystemen, die ohne menschliches Eingreifen arbeiten. Bei ihr vergleichen sich also gewisse Größen selbsttätig mit Sollwertvorgaben und reagieren, ebenfalls selbsttätig, mit der Erzeugung einer Stellgröße in einer Weise, dass beide, Soll und Ist, von alleine, ohne menschliches Eingreifen zur Übereinstimmung gebracht werden.

Wie jedoch Hegels Erläuterungen zur „List der Vernunft“ belegen, ist die Unabhängigkeit des mechanischen Funktionierens von menschlichem Eingreifen von jeher charakteristisch für technisches Streben. Was wäre dann neu an der Selbstregulation?

Das Neue ist die Information. Doch was *ist* Information? Was macht sie ausgerechnet für die Kybernetik so interessant, dass Wiener ihr ein eigenes Kapitel in dem Buch „Kybernetik“ widmete?

Auf seine erfrischend skurrile Art versuchte Wiener den Zusammenhang zwischen Zeitreihen, Information und Kommunikation dadurch herzustellen, dass er den Leser mit einer Formelorgie von nicht weniger

als 195 Gleichungen aus den Gebieten der Theorie der Transformationsgruppen, der Maßtheorie, der Theorie der Korrelationsanalyse, der Theorie der Integralgleichungen undsoweiter sprachlos werden lässt. Das „Zentralproblem der Nachrichtentechnik“, aus einer Menge von Beobachtungen, die auf willkürliche Weise von einer Menge von Nachrichten und Störungen abhängen, Nachrichten zu extrahieren, demonstriert er selbst auf drastische Weise.

Nur einige lässig eingestreute Randbemerkungen lassen erahnen, was er eigentlich mitteilen will: etwa „dass Prozesse, die Information abgeben, fast den Prozessen gleichen, die Entropie gewinnen“, dass „keine Operation auf einer Nachricht im Mittel Information gewinnen“ könne, und dass „im Mittel die Spezifizierung einer unbestimmten Situation im allgemeinen Information gewinnen und nie verlieren“ würde.

Was neu ist, muss deshalb ja noch lange nicht begriffen sein, aber es macht vertraut durch Gewöhnung. Die formale Definition von Information hat, wie stets in den Wissenschaften, mit dem alltäglichen Gebrauch des Begriffs so gut wie nichts zu tun. Formal ist Information ein Maß für wahrscheinlichkeitstheoretische Strukturänderungen. Nur, ist man damit schlauer geworden?

Als Wiener den beiden grundlegenden Begriffen Materie (Stoff) und Energie die Information als etwas Drittes zur Charakterisierung der objektiven Wirklichkeit beigesellte, ergab sich seine trinitarische Formel „Energie – Materie – Information“. Deren Ähnlichkeit mit jener von Hegel favorisierten Triade „Mechanismus – Chemismus – Zweck“ ist nicht zu übersehen. Aber im Unterschied zum Zweck, der erst zusammen mit Mechanismus und Chemismus Sinn macht, kann Information nunmehr für sich, das heißt unter Absehung stofflicher und energetischer Aspekte, betrachtet werden.

Nicht nur das: man kann Information verarbeiten. Dies geschieht in speziellen Anweisungen, die als Algorithmen eine relativ eigenständige

Miä Lääwaafn

Existenz führen. Der Zweck, der nach Hegel nur implizit in den Bauanleitungen technischer Mittel enthalten ist, avanciert im Informationsbegriff zum Algorithmus, zum Programm. So, wie stoffliche und energetische Aspekte in der Welt der Maschinen unschwer zu unterscheiden sind, so weisen Maschinen auch einen eigenen informationellen Aspekt auf. Dieser kann so prominent werden, dass von stofflichen und energetischen Aspekten sogar ganz abstrahiert werden kann.

Auf dieser Grundlage ist es nun möglich zu präzisieren, was unter Selbstorganisation zu verstehen ist. Der zu regelnde Prozess mag stofflicher und/oder energetischer Natur sein und mit der Umgebung im Austausch begriffen sein oder auch nicht. Worauf es bei der Selbstorganisation allein ankommt ist: das informationelle Teilsystem des kybernetischen Regelkreises ist vollständig von der Außenwelt des Gesamtsystems isoliert und in diesem Sinne autonom.

Diese informationelle Abgeschlossenheit umfasst neben der Selbsttätigkeit der regulativen Funktionen auch die Erzeugung aller Algorithmen, die von der Steuerung abzuarbeiten sind, sowie – und vor allem – auch die Vorgabe von Zielen, die mit der Regelung verfolgt werden. In der Formalisierung von Ziel und Algorithmus erkennen wir die Zweck-Mittel-Relation der klassischen Philosophie wieder, nunmehr aber nicht mehr nur als ein der technischen Apparatur innewohnendes Substrat (gewissermaßen als Antwort auf die Frage: was mag sich der Meister dabei bloß gedacht haben?), sondern gewissermaßen als explizite Bau- und Arbeitsanweisung.

Indes: ist ein Mechanismus denkbar, der, wie von selbstorganisierenden Systemen zu fordern wäre, nämlich ohne jegliches Zutun von außen eine solche Struktur mitsamt Algorithmus und Zielvorgaben kreieren könnte?

Folgt man den Ausführungen von Ludwig von Bertalanffy, so ist die Herausbildung solcher Strukturen, etwa zur Homöostase oder zur Organisation eines zielgerichteten Verhaltens, selbst bei Organismen nicht

auf einer „primären Betrachtungsebene“, sondern erst in relativ späten Phasen der Entwicklung als „sekundäre Regelung“ denkbar. Man müsste also daran gehen, einen Universalregler zu ersinnen, der, den Steuerungsalgorithmen hierarchisch überlagert, selbsttätig Modellstruktur und -parameter des zu regelnden Prozesses bestimmen und hieraus selbsttätig die Optimierung an Modell und Algorithmen vornehmen kann.

Allerdings muss ein solches Unterfangen letztlich in einem entscheidenden Schritt scheitern: Solange es nicht gelingt, den universellen Regler sich von einem selbst erzeugten, ebenso universellen Ziel, etwa dem des unbedingten Überlebens, leiten zu lassen, bleibt die vollständige Selbstorganisation eine Utopie. Ein Blatt Papier, auf dem die Formeln der Flugdynamik notiert sind, kann sich deshalb noch lange nicht von alleine erheben und davonfliegen.

Teleologisches Verhalten also nur ein Trugbild, eine Chimäre, hinter der die Kybernetik vergeblich her jagt?

Die Antwort lautet: ja und nein. Ja insofern, als es der Kybernetik (wie auch ihren Top-down-Geschwisterdisziplinen, der Allgemeinen Systemtheorie des Ludwig von Bertalanffy und der Synergetik von Hermann Haken) nicht gelang und auch niemals gelingen wird, ein Extremalprinzip zu identifizieren, das ein beliebig unspezifisches System in eine hochorganisierte Quelle höchst relevanter Information transformiert. Nein aber insofern, als die Kybernetik als Theorie möglicher Mensch-Maschine-Interaktionen kein Problem damit hätte, jeder von außen an sie herangetragenen Zwecksetzung, etwa dem Radfahren, in einem wahrhaft human-zentrierten System Geltung zu verschaffen.

Miä Lääwaafn

Anschluss wieder mal verpasst ...

*Die Erkenntnis der Ursachen und Prinzipien
leitet uns zum richtigen Handeln an und
entspringt der Praxis über die Erfahrung und
die Kunstfertigkeit als Zwischenstufen,
die zur Einsicht in das Allgemeine hinführen.
(Hans Heinz Holz, Weltentwurf und Reflexion)*

Die Hegelsche Dialektik ist zunächst und vor allem eine Dialektik des Denkens, obwohl bei Hegel häufig spürbar ist, dass er erfüllt war von Ahnungen einer in der Natur wirkenden Dialektik mit mechanischer Repulsion und Attraktion, mit Positivität und Negativität (der Elektrik beispielsweise) usw. Er mischte sich durchaus auch in naturwissenschaftliche Diskurse kräftig mit ein und bezog angesichts erkannter Schwächen der Naturforscher deutlich Stellung. Beispielsweise machte er sich über Isaac Newton und dessen, ihm etwas wirr erscheinenden Zeichnungen von Kreisen und Linien in den „Philosophiae Naturalis Principia Mathematica“ lustig.

Selbstverständlich müssen wir alles, was Hegel etwa zur Physik äußerte, vor dem Hintergrund des damaligen Wissensstandes sehen. Umso bemerkenswerter erscheint es, wie modern seine relationalen Betrachtungen auch heute noch anmuten. Für Hegel selbst stellen übrigens die erwähnten Beschränkungen der Dialektik auf das Denken kein relevantes Problem dar. Seiner Auffassung nach steht das wahre Sein ohnehin nur den Ideen zu, während die Dinge bloß deren Abbilder in der Wirklichkeit sind. Wir dürfen nicht vergessen: Hegel war Repräsentant des objektiven Idealismus – wenngleich mitunter, selbst in ganz zentralen Fragen, hart am Rande des Materialismus.

Betrachten wir also, was Hegel zur Objektivität der Begriffsbildung schreibt! Er teilt hierbei, seinem bevorzugten trinitarischen Muster fol-

gend, die Objektivität ein in Mechanismus, Chemismus und – Teleologie. Dazu führt er erläuternd aus: „Der Zweck hat sich als das *Dritte* zum Mechanismus und Chemismus ergeben; er ist ihre Wahrheit. ... Der Zweck schließt sich durch ein Mittel mit der Objektivität und in dieser mit sich selbst zusammen“, und schließlich: „Der teleologische Prozess ist Übersetzung des distinkt als Begriff existierenden Begriffs in die Objektivität.“ Dies kommentierte Lenin völlig zutreffend in seinem Konspekt zu Hegels Logik mit dem zustimmenden, bewusst paradox formulierten *Aperçu*, durch die Praxis gelange man also „vom subjektiven Begriff und subjektiven Zweck zur objektiven Wahrheit“.

Zweckmäßiges Handeln des Menschen ist aber nichts anderes als die Anwendung subjektiv gewonnener Begriffe auf die bis dahin sich selbst überlassenen und insofern irreflexiven Objekte mit geeigneten Mitteln, die aus dem Reich der irreflexiven Objekte entnommen werden müssen. Das triadische Muster des Güntherschen Schemas I-R-D (s. Dialektische Methode) erweitert sich nunmehr vermöge des Rückbezugs des reflexiven Bereichs auf die irreflexiven Objekte zu einer quaternären Struktur: die Wahrheit erweist sich als die praktische Bewährung bei der Konfrontation des subjektiven Begriffs mit dem subjektiv vorgestellten Zweck.

Trotz dieses genialen Schritts handelt es sich bei der Hegelschen Dialektik – vom materialistischen Standpunkt aus betrachtet – immer noch um eine etwas beliebig anmutende Ansammlung lediglich vorläufiger Modelle. Sie bedürfen erst noch ihrer eigenen Rechtfertigung, um sie, ins Materialistische wendend, „vom Kopf auf die Füße stellen“ zu können. Ansonsten bliebe es eher dem Zufall überlassen, welches Modell bereits die Praxisprobe bestanden haben soll und welches noch nicht. Dabei muss der Anspruch Hegels, auch und gerade bei materialistischer Wendung, aufrecht erhalten bleiben, die Grundanforderungen der Dialektik zu erfüllen: nämlich 1) die Notwendigkeit des Zusammenhangs und 2) die immanente Entstehung der Unterschiede. Nur muss dies eben in den Naturphänomenen aufgespürt werden und in ihnen gegründet

sein.

An diesem Punkt hatte der dialektische Materialismus eine komfortable Andockstelle, soweit es ihm darum ging, Dialektik als eine Wissenschaft vom Zusammenhang (im Gegensatz zur Metaphysik) zu betreiben. Friedrich Engels wollte in seinen Entwürfen zur „Dialektik der Natur“ vor allem nachweisen, dass die dialektischen Gesetze wirkliche Entwicklungsgesetze der Natur sind. Die allgemeinen Gesetze, nach denen sich die Entstehung der Unterschiede hauptsächlich vollziehen soll, spezifizierte er mit den folgenden drei: a) das Gesetz vom Umschlagen der Quantität in Qualität und umgekehrt, b) das Gesetz von der Durchdringung der Gegensätze und c) das Gesetz von der Negation der Negation.

Um deren Wirksamwerden nachzuweisen, folgt Engels unter anderem den verschlungenen Debatten der sich herausbildenden Theoretischen Physik, die von Descartes über Leibniz und d’Alembert bis Helmholtz darum rang zu klären, welche Größe die mechanische Bewegungsmenge adäquat auszudrücken vermag. Ebenso akribisch untersuchte Engels die Irrungen und Wirrungen, mit welchen die Entwicklungen etwa der Wärmetheorie oder der Elektrizitätslehre zu kämpfen hatten. Seine Betrachtungen resümierend gelangte Engels zu dem Schluss, die Naturforscher – sie mögen sich stellen, wie sie wollen – würden von Philosophie beherrscht. „Es fragt sich nur“, fährt er fort, „ob sie von schlechter Modephilosophie beherrscht werden wollen oder von einer Form des theoretischen Denkens, die auf der Bekanntschaft mit der Geschichte des Denkens und mit deren Errungenschaften beruht.“

Wie zu sehen ist, mischte Engels sich ein; er referierte nicht einfach nur das, was möglicherweise auf die Schnelle zu lesen ihm zur Hand war, sondern er bezog zu allem Aufgefundenen sehr selbstbewusst Stellung und polemisierte mitunter aufs Erfrischendste gegen Ignoranz und Betriebsblindheit der Naturforscher. Die Dialektik diente ihm dabei als scharfe Klinge, die ihn in die Lage versetzte, den Naturforschern vor allem wegen deren „Unbekanntschaft ... mit andrer Philosophie als der

Miä Lääwaafn

ordinärsten Vulgärphilosophie“ schmerzhaft Stiche zu versetzen. Bedauerlicherweise konnte Engels sein Vorhaben, die „Dialektik der Natur“ vollständig darzulegen, nicht vollenden, sondern hinterließ unfertige Entwürfe.

Dementsprechend mutet auch seine Aufzählung eher cursorisch denn systematisch an, mit der er auf einige ihm wichtig erscheinende Dichotomien objektiver Realdialektik aufmerksam macht: attrahierend/repulsierend, positiv/negativ, aktiv/passiv, einfach/zusammengesetzt, diskret/kontinuierlich, identisch/unterschiedlich, abstrakt/konkret, usw. Sie werden seitdem in zahllosen Publikationen moderner marxistischer Philosophen brav repetiert, jedoch so gut wie gar nicht weiterentwickelt. Eigentlich müsste es sich von selbst verstehen, dass auch solche Gegensätze nicht etwa nur im Kopf des Betrachters ihren Platz haben dürfen, sondern dass sie als immanente Eigenschaften natürlicher Phänomene nachgewiesen werden müssten. Doch dazu kommt es nur in Ausnahmefällen – etwa bei Nichtphilosophen wie dem Systemtheoretiker Manfred Peschel.

Zu Notwendigkeit und Zufall etwa merkt Engels, ebenfalls eher beiläufig, an, dass bereits Hegel gegen einander ausschließende Verabsolutierungen jener beiden Eigenschaften Stellung bezogen habe. Hegel, der im übrigen keine besonders hohe Meinung von der Wahrscheinlichkeit hatte, sei mit den ganz und gar „unerhörten Sätzen“ aufgetreten, „dass das Zufällige einen Grund hat, weil es zufällig ist, und ebensowohl auch keinen Grund hat, weil es zufällig ist; dass das Zufällige notwendig ist, dass die Notwendigkeit sich selbst als Zufälligkeit bestimmt, und dass andererseits diese Zufälligkeit vielmehr die absolute Notwendigkeit ist“. Es versteht sich nahezu von selbst, dass die Naturwissenschaftler dies als „paradoxe Spielerei“ einfach links liegen gelassen und „den Zufall im allgemeinen in der Phrase“ weggeleugnet haben, „um ihn in der Praxis in jedem besonderen Fall anzuerkennen“.

Zur Frage der Teilbarkeit der Materie, um ein weiteres, auch heute immer noch hochrelevantes Beispiel zu nehmen, sagt Engels, sie sei „für

die Wissenschaft praktisch gleichgültig“, und Hegel habe sich leicht über diese Frage weggeholfen, indem er sagt, „die Materie ist beides, teilbar und kontinuierlich, und zugleich keines von beidem“. Dies sei zwar keine Antwort, schreibt Engels, „aber jetzt fast erwiesen“. Gerade mit diesem „In-der-Schwebe-lassen“ war es Hegel bereits vor zweihundert Jahren tatsächlich gelungen, mit geradezu unheimlich erscheinender, jedenfalls aber respekteinflößender Intuition die Schwierigkeiten und Aporien der heutigen Elementarteilchenforschung auf den Punkt gebracht zu haben.

Zusammengefasst muss man zu dem Schluss kommen, dass es Engels gelungen ist, in kritischer Auseinandersetzung mit der Naturforscher-Gemeinschaft seiner Zeit eine Reihe geistreicher Beiträge geleistet zu haben. Aber positive Punkte zu dem Thema, was denn Realdialektik nun eigentlich sei und wie sich diese von der idealistischen Dialektik unterscheiden würde, sind nur mit viel gutem Willen und unter Aufbietung großer Anstrengungen zu identifizieren.

Etwa 30 Jahre später sah sich dann auch Wladimir Iljitsch Lenin genötigt, in seiner Schrift „Materialismus und Empirioskritizismus“ erneut die Klinge mit prominenten Naturforschern seiner Zeit zu kreuzen. Er beklagte darin, dass die neuere Physik „zum Idealismus abgeglitten“ sei, weil die Physiker die Dialektik nicht kennen würden. Er kritisierte die Eroberung der Physik durch die Mathematik und stellte zu der sich damals gerade anbahnenden Krise der Physik fest: „Die theoretische Physik wurde zur mathematischen Physik. ... Dann begann die Periode der formalen Physik, d.h. der mathematischen Physik, die rein mathematisch geworden ist – mathematische Physik nicht als Zweig der Physik, sondern als ein Zweig der Mathematik.“ Wie bereits angemerkt, steht Lenin mit dieser Kritik nicht allein, sondern er reiht sich ein in die Traditionslinie von Leibniz und Hegel, die einer Vermengung von Physik und Mathematik ja ebenfalls entschieden widersprochen haben.

Wie es seinem Thema „Materialismus und Empirioskritizismus“ entspricht, befasst sich Lenin vornehmlich mit den Relationen zwischen

Materie und Denken im Erkenntnisprozess. Dabei gelangt er zur Fundierung und Etablierung völlig neuartiger Begriffe. So entwickelt er erstmals einen materialistischen Ansatz zur Erklärung, wie das Bewusstsein zu Erkenntnissen über die objektive-reale Außenwelt gelangen kann. Die hierin formulierte Widerspiegelungs- oder Abbildtheorie geht davon aus, dass

- der Gegenstand der Erkenntnis, die objektive Realität, unabhängig und außerhalb vom erkennenden Subjekt, dem gesellschaftlichen Menschen, existiert und
- von diesem in einem komplizierten Erkenntnisprozess auf der Grundlage der Praxis bewusstseinsmäßig erfasst und in ideellen Abbildern, wie Empfindungen, Wahrnehmungen, Begriffen, Aussagen, Theorien usw., widergespiegelt wird.

Das heißt, das Materielle wird im Menschenkopf in Ideelles umgesetzt und übersetzt. Die neue Qualität seiner Theorie zeigt sich vor allem darin, dass bei dem Bezug auf die Praxis als Wahrheitskriterium der gesellschaftliche Charakter des Erkenntnisgewinns in den Blick genommen wird. Man beachte, dass Lenin seine Definition, was unter Materie zu verstehen sei, zu einer Zeit formulierte, in der stoffliche Vorstellungen von der Materie den Naturforschern gerade regelrecht zwischen den Fingern zu zerbröseln begannen. Ein weiterer Punkt schließlich war Lenins Unterscheidung zwischen relativer Wahrheit, zu der der gesellschaftliche Mensch in jedem seiner Schritte bei zweckgeleiteter Einwirkung auf die ihn umgebende Natur im Erfolgsfalle gelangt, und der damit verbundenen prozesshaften Annäherung an einen Idealzustand der absoluten Wahrheit.

Einige Zeit später, just als eine unheilige Allianz aus Kapitalien, Thronen und Altären den Ersten Weltkrieg anzuzetteln beliebte, lieferte Lenin in seinem Konspekt zu Hegels Logik erstmals explizit einen Aufriss dessen, was unter materialistischer Dialektik positiv zu verstehen sei. Diese wurde von ihm kurz als Lehre von der Einheit der Gegensätze

bestimmt, wozu er folgende drei Hauptelemente zählte: „1) Bestimmung des Begriffs aus ihm selbst (das Ding selbst in seinen Beziehungen und in seiner Entwicklung betrachtet); 2) das Widersprechende im Ding selbst (das Andere seiner, die widersprechenden Kräfte und Tendenzen in jedweder Erscheinung); 3) die Vereinigung von Analyse und Synthese“. Dieser Aufzählung folgen sodann seine berühmten „sechzehn Elemente der Dialektik“.

Trotz dieser ungemein verdienstvollen Handreichung Lenins halten wir allerdings immer noch nicht den Faden der Ariadne in unseren Händen, der uns im Labyrinth naturwissenschaftlicher Beiträge zum materialistisch einwandfreien Kern des gesamten Hegelschen Unternehmens gelangen ließe. Vielmehr bleibt uns gar nichts anderes übrig, als uns selbst auf den Weg dorthin zu begeben.

Nehmen wir als Beispiel ausnahmsweise *nicht* die unübersehbaren Höhen der Kosmologie oder den undurchdringlichen Dschungel der Elementarteilchenphysik, *sondern* betrachten wir Phänomene unserer Alltagserfahrung, wie sie die Wärmelehre, oder genauer die sogenannte phänomenologische Thermodynamik beschreibt. Hieran entzündeten sich nämlich bis auf den heutigen Tag die grotesksten Streithammerleien theoretischer Physiker, die man sich vorstellen kann.

Das Problem? Für uns Normalsterbliche gehört es zu den unverrückbarsten Gewissheiten, dass alle Vorgänge, mit denen wir Tag für Tag, Stunde um Stunde, von jedem Augenblick zu einem anderen konfrontiert sind, eine zeitliche Richtung haben: Geburt, Heranwachsen, Altern, Tod. Ein Glas, das ich versehentlich fallen lasse oder das ich an die Wand werfe, zerbricht. Es wird schwerlich spontan wieder in meine Hand zurückgelangen und sich dabei, ebenso spontan, wieder in seine intakte Form zurückverwandeln. Nicht so für Vertreter des Mainstreams der derzeitigen Theoretischen Physik. Selbst prominente, gar als Philosophen geltende Physiker unterstehen sich, in diesem Zusammenhang damit zu bramarbasieren, die Wahrscheinlichkeit, dass solch ein Wunder geschehe, sei zwar nahezu Null, aber es sei eben nicht

Miä Lääwaafn

unmöglich.

Was führt zu solch bemerkenswerter Weltsicht?

Den Hintergrund dieser erstaunlichen Tatsache soll die Quantenmechanik bilden, die – obgleich als höchste Erkenntnisstufe der Physik gepriesen – seit ihrer Etablierung dabei geblieben ist, dass eben alle mikrophysikalischen Vorgänge reversibel seien.

Reversibel nennt man, vereinfacht gesprochen, jeden Vorgang, der, würde er auf einen Film aufgenommen werden, rückwärts abgespielt betrachtet werden kann, ohne dass man als Betrachter irgendeinen Konflikt mit irgendeinem Naturgesetz feststellen könnte. Nun dürfte es bei dem Glaswurf selbst für Physiker schwierig sein, beim Rückwärtslaufen des hierbei aufgenommenen Films nicht über gewisse naturgesetzliche Ungereimtheiten zu stolpern. Macht nichts, beharrt die Mehrheitsfraktion der Physiker: das sei eben nur ein makroskopisches Phänomen; denn in Wahrheit lägen auch einem solchen Phänomen reversible quantenmechanische, sprich: mikroskopische Vorgänge zugrunde. Überflüssig, darauf hinzuweisen, dass mikroskopische Vorgänge nicht gefilmt werden können, wie eben überhaupt im Dunkeln gut munkeln ist.

Was machte währenddessen angesichts dieser verfahrenen Situation die offizielle materialistische Dialektik bzw. der offizielle dialektische Materialismus?

Im Philosophischen Wörterbuch von Georg Klaus und Manfred Buhr, Philosophen der frühen DDR, lesen wir hierzu noch: „Irreversibilität – ursprünglich thermodynamischer Begriff: Eigenschaft der Nichtumkehrbarkeit von Prozessen in isolierten Systemen. Allgemeine Eigenschaft von in geschlossenen Systemen, die ohne zusätzliche Bedingungen nicht umkehrbar sind und keine Rückkehr oder Rückführung des Systems in den Ausgangszustand ermöglichen. Bei irreversiblen Prozessen ist eine Bewegungsrichtung ausgezeichnet. Die Irreversibilität ist absolut, die Reversibilität stets nur eine Idealisierung realer Prozesse und damit relativ.“ Letzteres ähnlich wie der beinahe schon klassische

Satz, wonach Bewegung absolut, Ruhe dagegen relativ sei.

Von dieser Stelle aus hätte eigentlich jedem materialistischen Dialektiker bzw. dialektischen Materialisten, also kurzum: jedem Marxisten-Leninisten, bewusst sein können, dass physikalische Theorien, die in ihren Grundlagen auf Reversibilität beruhen, wie etwa Quantenmechanik, aber auch spezielle und allgemeine Relativitätstheorie, nichts als vorläufige Idealisierungen darstellen, die irgendwann überwunden werden müssten. Man hätte deshalb konsequenterweise erwarten dürfen, dass eine selbstbewusste Gesellschaft, die letztlich die erforderlichen Forschungsmittel zur Verfügung stellen muss, entsprechend zielorientiert steuernd eingreift.

Nicht so in der späten Deutschen Demokratischen Republik (DDR). Nach dem 1971 durchgeführten Wechsel in der Partei- und Staatsführung, im Zuge dessen Walter Ulbricht entmachtet wurde, suchten die politisch Verantwortlichen der Nach-Ulbricht-Ära mittels gewisser „Liberalisierungstendenzen“ die Mehrheit des Volkes auf ihre Seite zu ziehen. In diesem Zusammenhang wären beispielsweise die in den 1970er Jahren einsetzende Rückbesinnung auf ein angeblich nationales Erbe der DDR zu nennen, oder auch die etwa gleichzeitig einsetzende Romantik-Kampagne, womit im Einklang mit dem erklärten Ziel einer Harmonisierung der Gesellschaft oppositionellen Tendenzen der Boden entzogen werden sollte.

In dieser Zeit begann der unaufhaltsame Aufstieg des Philosophen und Physikers Herbert Hörz als Wortführer einer einflussreichen Gruppe von Philosophen, deren Herzensanliegen darin bestanden zu haben scheint, den dialektischen Materialismus mit dem Physik-Mainstream auszusöhnen. Im Jahr 1993, also drei Jahre *nach* der Vereinigung von BRD und DDR, erschien in 3. Auflage das Wörterbuch der Philosophie und Naturwissenschaften. Ein um Hörz herum drapiertes Herausgeber-team zeichnete verantwortlich. In dessen Einleitung wird – reichlich kryptisch – der Eindruck von einem delikaten Verhältnis zwischen Philosophie und den Naturwissenschaften erweckt. So, als habe man unter

fortwährenden unmenschlichsten stalinistischen Unterdrückungen zu leiden gehabt, wird darüber schwadroniert, man stehe erst „am Anfang, insbesondere was die Irrtümer, Irrwege und kriminellen Seiten dieser Beziehung betrifft“. Es gelte aber nun, „das Kapitel marxistische Philosophie und Naturwissenschaften aufzuarbeiten“. Worin vor allem die „kriminellen Seiten“ dieses Kapitels bestanden haben sollen, bleibt freilich im Dunkeln. Sie sollen aber, so das Versprechen der Herausgeber, in den verschiedenen Beiträgen des Wörterbuchs näher beleuchtet werden.

Sehen wir also nach, was dieses Wörterbuch zum Thema Irreversibilität zu vermelden weiß; Autor des betreffenden Artikels ist der Evolutionsphysiker Werner Ebeling (den, nebenbei angemerkt, die Wende, im Unterschied zu vielen, vielen Wissenschaftlern der DDR schadlos überstehen ließ). Er schreibt: „Das *Problem* der Irreversibilität resultiert aus den folgenden allgemein anerkannten physikalischen Sätzen: 1. Nach dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik können makroskopische Prozesse nur in der Richtung ablaufen, die mit der Erzeugung von Entropie verbunden sind, d.h. sie sind *irreversibel*. 2. Die Bewegung von Mikroteilchen (Elektronen, Atomen, Molekülen usw.) sowie von Systemen aus Mikroteilchen ist nach den Gesetzen der klassischen Mechanik bzw. der Quantenmechanik umkehrbar, d.h. *reversibel*. 3. Nach der molekular-kinetischen Hypothese sind alle makroskopischen Systeme aus einer sehr großen Zahl von Mikroteilchen zusammengesetzt.“ Dies hätte eigentlich die Reversibilitätsaporie ziemlich präzise auf den Punkt gebracht.

Was dann aber folgt, ist ein Salto mortale – nur diesmal nicht als Rücksprung hinab ins unendlich Kleine, wo ohnehin gut munkeln ist, sondern hinauf ins Unermessliche des unendlich Großen: „In moderner Auffassung“, behauptet nun Ebeling, „erweist sich als entscheidende Ursache der Irreversibilität letztlich die prinzipielle Offenheit aller Systeme, die durch ihre Einbettung in den Kosmos bedingt ist. Jedes Sys-

tem ist infolge der Existenz universeller Wechselwirkungen insbesondere durch Gravitations- und Strahlungsfelder an den Kosmos angekoppelt, und diese Kopplung an eine Umgebung kann zwar in bezug auf ihre Stärke verschieden sein, ist jedoch grundsätzlich immer vorhanden.“ Das Problem ist nur, dass auch diese beiden Wechselwirkungsarten nach Physikermeinung reversibel sind und insofern eben nichts erklären!

Man hat sich daran gewöhnt, weil bereits in der Schulphysik beigebracht bekommen, die klassischen physikalischen Theorien wie Mechanik oder Elektromagnetik seien Idealisierungen der an die jeweiligen Verhältnisse besser angepassten Modelle der Relativitäts- bzw. Quantentheorie. Wir lernen nunmehr, dass sich auch diese Theorien nur als Idealisierungen erweisen. Wirklich überraschen kann das nur jemanden, der – aus welchen Erwägungen heraus auch immer – brav den gerade führenden Kolonnen der Naturforscher hinterher latscht und sich dann wundert, wenn er (bzw. sie) das Nachsehen hat. Dies gilt heute umso mehr, als der gesamte Wissenschaftsbetrieb, also natur- und technikwissenschaftliche Fakultäten genauso wie geistes- und gesellschaftswissenschaftliche, längst in die Logik sogenannter Marktmechanismen gedrängt worden sind. Hierbei geht es weniger um relative oder absolute Wahrheiten als um das individuelle Abgreifen von Forschungszuwendungen. Also, wenn man so will, um das reichlich abstrakte und zudem recht eindimensionale Kriterium der Profitabilität.

„Eine Theorie“, schreibt Hans Heinz Holz, „ist nur dialektisch und an der Wirklichkeit orientiert (also realistisch), wenn sie Veränderungen in sich aufnehmen und in ihrer Begrifflichkeit ausdrücken kann. Das heißt: Einer Theorie müssen Konstanten zugrunde liegen, die sie als diese bestimmte Theorie – also hier als den dialektischen und historischen Materialismus – identifizierbar machen, und sie muss genügend Variablen enthalten, um dem geschichtlichen Prozess gegenüber nicht zu versteinern. In diesem Sinne ist der Marxismus nicht überholt oder gar ‚widerlegt‘. Vielmehr ist er sogar imstande, die Bedingungen des

Miä Lääwaafn

Zusammenbruchs der sozialistischen Gesellschaften und die Lähmung des Marxismus in den Institutionen der Theoriebildung zu erklären.“

Wahr ist aber auch, dass die gesamte wohlbestallt etablierte marxistisch-leninistische Wissenschaft – soweit sie darin nicht aktiv verwickelt war – außerstande gewesen ist, die Katastrophe von 1989 vorherzusagen.

Schon klar, wir treiben keine Spötenkiekereei, und Wissenschaften haben eh immer nur ex post recht. Nur, wozu brauchen wir dann das ganze Wissenschaftl und -geraffel?

– Antwort Egeltje: um Perspektive zu haben ...

An allem zagt der Zahn der Zeit

*Weil wir den Pfeil der Zeit nicht umdrehen können,
bleibt uns nur, ihn so lang wie möglich zu machen.*

(Midas Dekkers)

Richten wir unsere Aufmerksamkeit zunächst auf einen Begriff, der mindestens so rätselhaft ist wie der Begriff der Zeit: die Energie. Was ist Energie?

Fürs erste stellen wir uns Energie als materielle Substanz, etwa eine Flüssigkeit, vor, für die gilt: Energie kann (wie Materie) weder erzeugt noch vernichtet werden (Energieerhaltung, erster Hauptsatz der Thermodynamik).

In der Physik kennt man zwei Formeln, in denen beides, Energie und Zeit, gleichermaßen eine wichtige Rolle spielt: zum einen ist das Produkt *Energie mal Zeit* die sogenannte *Wirkung*; zum anderen ist das Produkt *Leistung mal Zeit* die *Energie* (oder die Leistung ist Energieänderung pro Zeiteinheit). Man kann deshalb sagen, ohne Zeit erbringt Leistung keine Energie, ohne Zeit erbringt Energie keine Wirkung.

Inkrementelle Änderungen der Energie gehen immer mit Vorgängen eines Energieaustausches einher, wobei die verschiedenen Energieänderungen durch Produkte zweier Variablen dargestellt werden können: einer Flussvariable und der dazugehörigen Spannungsvariable der betreffenden Energieform.

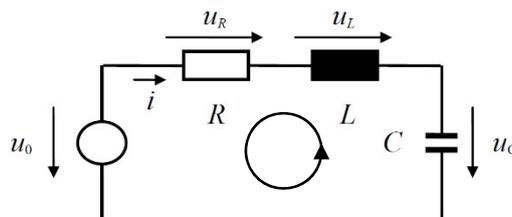
Im Falle der elektrischen Energieform wäre demzufolge beispielsweise die Energieänderung, die bei festgehaltener Spannung und Ladungsänderung auftritt, gleich dem Produkt aus Spannung und Ladungsänderung. Dabei ist die momentane Leistung ebenfalls gleich dem Produkt aus elektrischer Spannung und dem Fluss elektrischer Ladungen, also dem elektrischen Strom. Bezieht man die elektrischen Größen auf einen

Miä Lääwaafn

Referenzwiderstand, so erhält man als momentane Leistung das Quadrat der verbleibenden elektrischen Variablen. Dies ist letztlich auch die Rechtfertigung dafür, Signale, obwohl bei ihnen von der jeweiligen Energieform abstrahiert wird, nicht nur als zeitlich-spektrale, sondern zudem auch als energetische Objekte zu betrachten.

Um den Zusammenhang zwischen Zeit und Energie zu klären, brauchen wir nicht, wie in der Thermodynamik üblich, runde oder sonstwie geformte Behälter aus irgendwelchen rätselhaften Materialien, wir brauchen überhaupt keine Behälter. Wir stellen uns einfach ein allseitig begrenztes Raumvolumen vor, welches beliebige physikalisch-chemischen Prozesse in sich bergen und stofflich-energetisch mit seiner Umgebung im Austausch befindlich sein möge. Sobald wir wissen, welcher Art diese Prozesse sind, wieviel Energie zu deren Betreiben erforderlich ist (also aus der Umgebung in das System investiert werden muss) und wieviel Energie an die Umgebung abgegeben wird, sind wir in der Lage, Energiebilanzen aufzustellen, aufgrund derer das Prinzip der Energie- bzw. Leistungsbilanz gewährleistet ist.

Betrachten wir dazu als Beispiel ein kleines elektrisches Netzwerk, ein schwingungsfähiges Gebilde, bestehend aus einer Spannungsquelle u_0 , einer Induktivität L und einer Kapazität C . Außerdem soll es noch einen Ohmschen Widerstand R als Verbraucher enthalten.



Reihenschwingkreis als linearer gedämpfter Oszillator

Wendet man hierauf den Energieerhaltungssatz bzw. die Kirchhoff-

schen Regeln an, gelangt man zu den Bilanzgleichungen, deren Auswertung ein Verhaltensmodell ergibt. Mit diesem System wollen wir uns nun näher befassen. Es ist gewissermaßen in das oben erwähnte Raumvolumen eingebettet; es empfängt aus seiner Nachbarschaft Energie und gibt an diese Energie ab. Wir haben im einzelnen:

- 1) Spannungsquelle u_0 für die Energiezufuhr aus der Umgebung in das System;
- 2) Verbraucher (Ohmscher Widerstand R) zur Nachbildung der Energieabfuhr aus dem System in die Umgebung;
- 3) Flussspeicher (Spule, Induktivität L) mit der Fähigkeit, verlustlos die Flussgröße $i(t)$ zu speichern;
- 4) Spannungsspeicher (Kondensator, Kapazität C) zur verlustlosen Speicherung der Spannungsgröße $u_c(t)$.

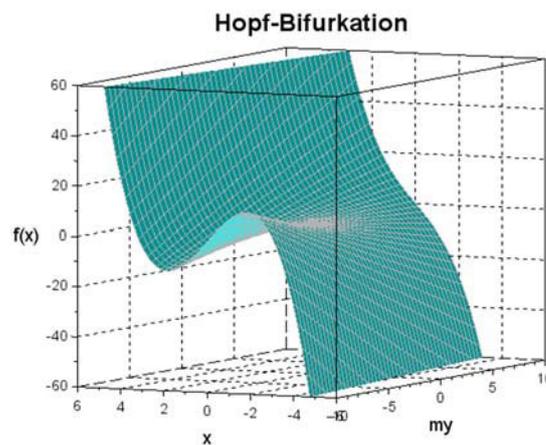
Mit diesen vier Grundelementen ist es bereits möglich, eine große Klasse von Analyse- und Syntheseaufgaben zu lösen.

Solange wir uns mit linearen Elementen begnügen, passiert wenig Überraschendes: entweder die maßgeblichen Größen streben alle in einem stabilen Wirbel gegen einen Punkt (Ruhelage), oder sie bilden einen instabilen Wirbel (mit Ruhelage im Unendlichen). Dafür verantwortlich ist das Vorzeichen des Dämpfungsterms. Dieser Dämpfungsterm entspricht in unserem Beispiel einem Verbraucher, der ein negatives Vorzeichen hat, also dämpfend wirksam ist, wenn er dem System Energie entzieht; er wirkt somit stabilisierend. Hat er ein positives Vorzeichen, entzieht er dem System keine Energie, sondern führt ihm von außen Energie zu: er wird zum aktiven, unter Umständen sogar destabilisierenden Element des Systems.

In unserem Beispiel soll nunmehr ein nichtlineares Element in die Betrachtung mit einbezogen werden, und zwar soll der Spannungsspeicher nichtlinear sein. Hat dieser beispielsweise eine kubische Kennlinie, tritt

Miä Lääwaafn

die Besonderheit auf, dass je nach Wahl ihrer Parameter die charakteristische Ausprägung der Kennlinie recht unterschiedlich ausfallen kann. Bei bestimmten Wertekombinationen dieser Parameter bildet sich auf der durch die Speicherkennlinie im dreidimensionalen Raum gebildeten Fläche eine Falte. Dieser Effekt tritt bei nichtlinearen Kennlinien häufiger auf und wird als Hopf-Bifurkation, manchmal auch als Katastrophe bezeichnet. Von Katastrophen spricht man in der Mathematik immer dann, wenn kleine Ursachen große Wirkungen hervorrufen.

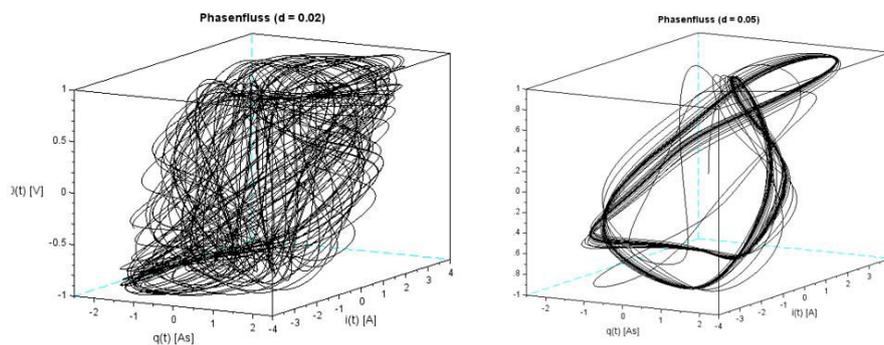


*Kennlinie eines kubischen Spannungsspeichers $f(x) = \mu \cdot x + x^3$
in Abhängigkeit von μ*

Betrachten wir die Gleichung, die unser kleines Beispielsystem regiert, etwas näher, stellen wir fest, dass die Speicherkennlinie mit einer Funktion in engem Zusammenhang steht, die wir als Potential bezeichnen können. Tatsächlich wirkt der Kondensator wie die Kraft bei der Verschiebung eines Teilchens im Potentialfeld. Die *Energiebilanz* des Schwingkreises besagt nun, dass die Änderung der in den Speichern enthaltenen Energie gleich der von außen erfolgenden Leistungszufuhr plus einer internen Leistungsquelle (bzw. minus einer internen Leis-

tungssenke) ist: die Summe aller über das Netzwerk verteilten Leistungsanteile ist im Einklang mit dem Energieerhaltungssatz Null, wobei Leistungszufuhren positiv, Leistungsentnahmen hingegen negativ zu zählen sind.

Umgekehrt bedeutet das im Idealfall absoluter Verlustfreiheit, dass das Netzwerk, einmal aus seiner Ruhelage gebracht, unaufhörlich schwingen würde. Die beiden Speicher würden die Energie nur hin- und herschieben. Allerdings ist bei Abweichungen von der Eigenfrequenz allein zum Hin- und Herschieben der Energie eine Leistungszufuhr erforderlich, obwohl eigentlich gar keine Leistungsentnahme erfolgt. Trotzdem bedeutet dies, dass die zugeführte Leistung zu bestimmten Zeitpunkten beträchtliche Werte annehmen kann, auch wenn die Speicher für sich im Mittel keine Energie zurückbehalten,. Wir sprechen hierbei von reiner *Blindleistung*.



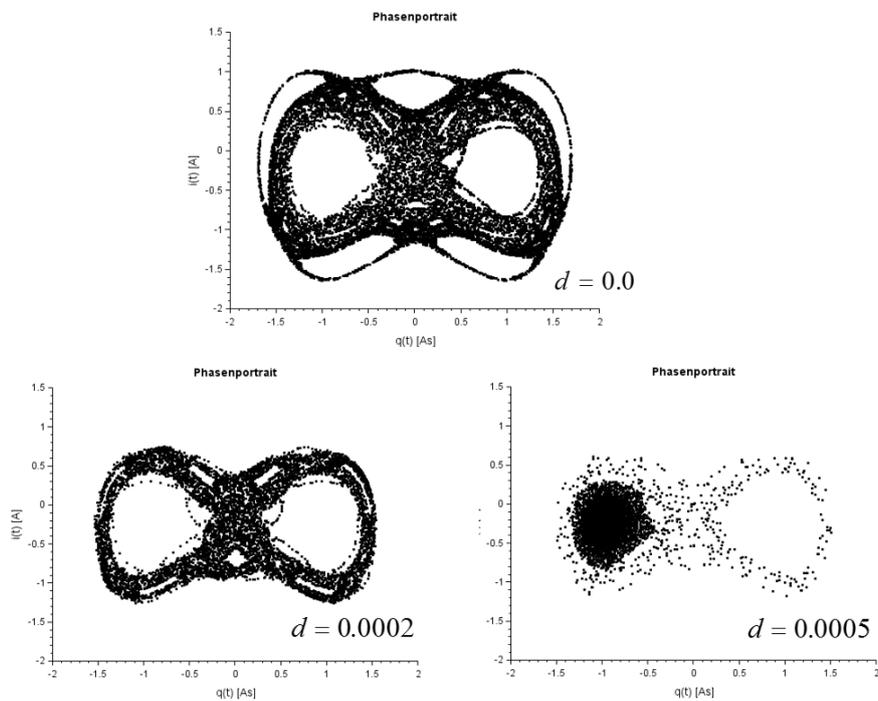
Phasenfluss eines Duffing-Oszillators bei verschiedenen Dämpfungen

Ist eines der Elemente, wie in unserem Beispiel der Spannungsspeicher, nichtlinear, kann es geschehen, dass der zeitliche Verlauf der interessierenden Größen nicht mehr vorhergesagt werden kann, selbst wenn äußere Einflüsse, insbesondere zufällige Störungen von außen, auszuschließen sind. Man spricht dann von chaotischem Verhalten. Wohlge-merkt: die Nichtvorhersagbarkeit ist dabei nicht Folge zufälliger Ein-

Miä Lääwaafn

flüsse, sondern entsteht im Innern eines eigentlich vollständig determinierten Systems.

Die obigen Bilder zeigen das Verhalten des hierbei entstandenen Duffing-Oszillators im dreidimensionalen Phasenraum. Der Spannungsspeicher (Kondensator) weist den erwähnten kubischen Zusammenhang auf. Die Dämpfung wird variiert und bewirkt, dass ein Teil der im System wirksamen Energie an die Umgebung in Form von Wärme abgegeben wird.



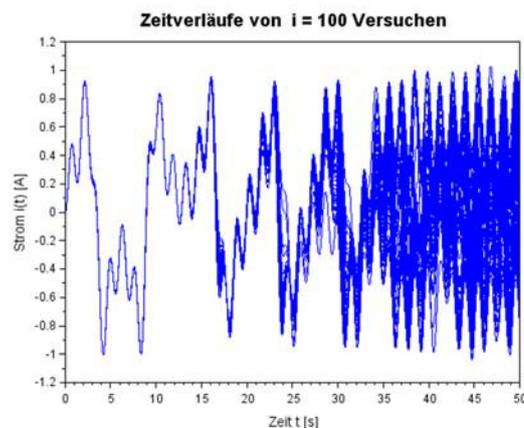
*Poincaré-Schnitte im Phasenraum eines Duffing-Oszillators
für unterschiedliche Dämpfungen*

Um in dem entstehenden „Durcheinander“ noch die Übersicht zu behalten, betrachten wir statt der Trajektorie (Lösungskurve) im dreidimensionalen Phasenraum, die nach und nach zum undurchdringlichen

Wollknäuel werden würde, nur noch die Punkte, in denen diese Trajektorie eine horizontale Ebene dieses dreidimensionalen Phasenraums von unten nach oben durchstößt. Wir sprechen dann von *Poincaré-Schnitten*.

Größer werdende Dämpfungen führen mit ihren Entropieflüssen in die Systemumgebung dazu, dass das System mit fortschreitender Zeit einen höheren Ordnungszustand annimmt: der Phasenfluss bündelt sich, wirkt „strähniger“, weniger zerfasert; die Punkte des Poincaré-Schnitts konzentrieren sich auf kleiner werdende Bereiche der Ebene.

Allerdings ist es nicht so, als wären die Bewegungen, die ein chaotisches System vollführt, völlig erratisch. Vielmehr bilden sich selbst im vollendetsten Chaos immer wieder außerordentlich zarte, an filigrane Spitzen gemahnende Strukturen heraus, zu denen im Vergleich die objektiv eigentlich viel „ordentlicheren“ Verhaltensweisen in nichtchaotischen Regimen ausgesprochen klobig und roh wirken.

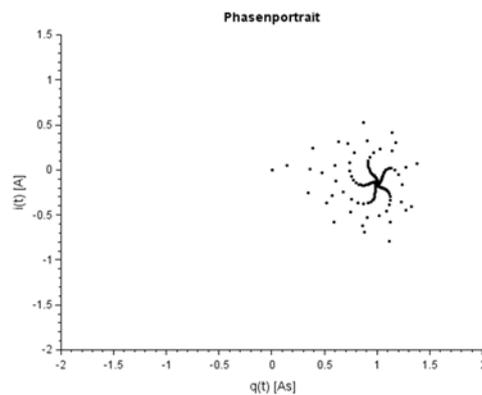


Computereperiment mit Duffing-Oszillator: 100 Versuche

Chaotische Systeme zeichnen sich vor allem dadurch aus, dass ihr Verhalten in Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen sehr stark vari-

Miä Lääwaafn

iert. In der obigen Abbildung sind die Verläufe von 100 Simulationsläufen übereinander gezeichnet, wobei die Anfangsbedingungen um etwa 1 Promille streuen. Nach anfänglicher Übereinstimmung, die bis ca. 20 Sekunden andauert, zerfließen dann die Zeitverläufe allmählich und Chaos breitet sich aus. Die Information, die nach Verstreichen einer gewissen Zeit in jedem der Verläufe über den Anfangszustand erhalten ist, wird immer geringer, bis sie ungefähr den Wert 0 erreicht. Ab diesem Zeitpunkt ist eine Vorhersage des weiteren Verlaufs auf der Basis des Anfangszustandes nicht mehr möglich.

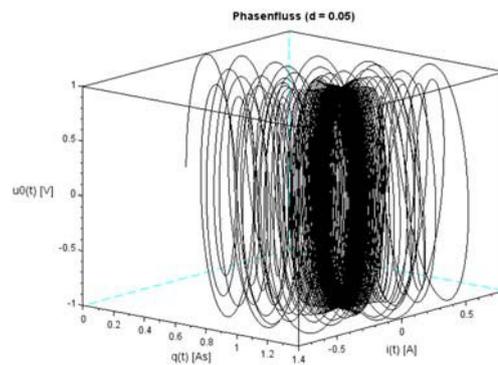


Poincaré-Schnitt im Phasenraum beim Übergang zu Synchronie

Ab einer bestimmten Dämpfung zeichnet sich im Poincaré-Schnitt deutlich ein Übergang von anfänglich weniger geordneter zu synchroner Bewegung mit der äußeren Spannungsquelle als Taktgeber ab. Die Durchtrittspunkte ziehen sich auf einen einzigen Punkt zusammen. Im dreidimensionalen Phasenfluss erkennt man, dass die Bewegungen sich auf eine geschlossene Ellipse konzentrieren (s. nachfolgendes Bild).

Solche Entwicklungen hin zu einem höheren Ordnungsgrad vollziehen sich umso schneller, je größer die Dämpfung, d.h. je größer der Entropiefluss in die Umgebung ist.

Für die Entropie, die ähnlich wie die Energie als extensive Größe Eingang in die Thermodynamik gefunden hat, gibt es zwar wie für die Energie eine Einschränkung nach unten, d.h. sie kann niemals negative Werte annehmen. Aber im Unterschied zur Energie können, so wird üblicherweise gesagt, für die Entropie keine Bilanzen aufgestellt werden. In abgeschlossenen Systemen, d.h. in Systemen ohne energetischen oder materiellen Austausch mit der Umgebung, kann die Entropie sogar nur zunehmen – niemals abnehmen. Diese Aussage ist Gegenstand des berühmten Zweiten Thermodynamischen Hauptsatzes.



Dreidimensionaler Phasenfluss beim Übergang zu Synchronie

Wenn Größen mit fortschreitender Zeit sich nur einsinnig monoton verändern (also entweder nur zu- oder nur abnehmen), liegt der Verdacht nahe, dass sie mit der Zeit mehr gemein haben könnten als nur die gemeinsame Richtung der Veränderung. Die Entropie ist eine solche Größe, weshalb man in ihr eine Ursache der Zeitrichtung gefunden zu haben glaubt.

Da man annimmt, dass das Universum ein abgeschlossenes System ist, soll der Zweite Thermodynamische Hauptsatz angeblich bedeuten, dass die Entropie einem Maximum zustrebt. Man spricht dann gelegentlich davon, dass sich unser Universum auf seinen Wärmetod zubewegt.

Miä Lääwaafn

Hierbei irritieren zwei Aussagen: zum einen, dass die Zunahme der Entropie in einem Maximum gipfeln soll, und zum anderen, dass Entropie mit Wärme assoziiert wird. Denn warum soll die schiere Zunahme einer Größe die Existenz eines Maximums begründen? Und mit Wärme assoziieren wir gewöhnlich eine Temperatur, nicht aber die zugehörige Flussgröße der Entropieveränderung. Was also bedeutet Wärmetod?

Die Entropie ist eine Größe, die man *extensiv* nennt, weil sie von den räumlichen Abmessungen des betrachteten Systems abhängt. Wenn man ein System betrachtet, welches aus zwei (bezüglich all ihrer thermodynamischen Zustände) identischen Teilsystemen besteht, so ist die Entropie des Gesamtsystems doppelt so groß wie die Entropie jeweils eines der beiden Teilsysteme. Auch die Energie ist eine solche extensive Größe, ebenso verhält es sich mit der Anzahl der Teilchen, dem Volumen usw.

Die Entropie kann in einem solchen System mit zwei wechselwirkenden Teilsystemen nur dann ein Maximum annehmen, wenn man die anderen extensiven Größen, also insbesondere die Energie, konstant hält. Nur unter solchen Bedingungen kann überhaupt von einem Maximumprinzip der Entropie die Rede sein.

Selten ist eine physikalische Größe so kontrovers und teilweise sogar ausgesprochen feindselig-pejorativ diskutiert worden. Was hat man dieser Größe nicht alles nachgesagt: sie sei Ausdruck der Wertigkeit von Energie, oder sie drücke den Ordnungsgrad eines physikalischen Systems – nein, überhaupt eines jeden Systems aus; sie sei der Grund, dass die Welt – irgendwann in soundsoviel Milliarden Jahren – zugrunde gehen wird. Andererseits soll sie der Quell jeglichen Lebens auf der Erde sein, unerlässlicher Antrieb für jedwede Entwicklung, insbesondere der Entwicklung hin zu größeren, komplexeren Organismen, Quell jeder Form von Selbstorganisation...

Dabei handelt es sich doch einfach nur um eine extensive Größe, deren zeitliche Veränderung zusammen mit denen ihrer konjugierten Größe,

der Temperatur; die Leistung der Energieform Wärme ergibt.

Dennoch beobachten wir merkwürdige Phänomene – auch in unserem kleinen Simulationsbeispiel, dem nichtlinearen Duffing-Oszillator: wir setzen die elektrische Leistung des Verbrauchers gleich mit der Wärmeleistung und finden, wie bereits erwähnt, bei entsprechenden Annahmen über Umgebungstemperatur und Wärmewiderstand zwischen Verbraucher und Umgebung einen andauernden Abfluss von Entropie, der einhergeht mit strukturellen Veränderungen des zeitlichen Verhaltens unseres Oszillators. Der Wärmeleistungsexport ist proportional zur Dämpfungskonstanten, und die Veränderung erfolgt umso schneller, je größer die Dämpfung ist.

Ab einem bestimmten Zeitpunkt geht das Verhalten des Oszillators in einen stationären Zustand über. Aber während der Oszillator stationär wird, hält der Entropieexport dennoch ungebrochen weiter an, obwohl eigentlich zu erwarten wäre, dass weitere Veränderungen im Verhalten des Oszillators eintreten müssten.

Auf Leó Szilárd und Léon Brillouin geht der Gedanke zurück, dass jeder Gewinn an Information mit einem gleich großen Anstieg an (thermodynamischer) Entropie bezahlt werden muss. Dabei interpretiert man Information als negative Entropie oder Negentropie. Neue Information sei nur um den Preis von Negentropie in einem anderen System zu gewinnen.

Tatsächlich sind die Zusammenhänge etwas verwickelter. Der Übergang zu „ordentlicherem“ Verhalten in unserem Beispiel des Duffing-Oszillators aufgrund des Entropieexports geht einher mit einem Zurückdrängen der Entropieproduktion im Oszillator. Die Informationsgewinnung (Vorhersagbarkeit) des Verlaufs aufgrund der Kenntnis des Anfangszustands wird immer besser, je größer der Entropiefluss nach außen ist. Hierbei ergibt sich ein direkter Zusammenhang mit der Erweiterung des Prognosehorizonts: je größer der Entropiefluss nach außen, desto größer wird der Prognosehorizont.

Miä Lääwaafn

Die Wahrscheinlichkeitsdichten der Zustandsgrößen des Oszillators bleiben über umso länger werdende Zeiträume stabil, je größer der Entropieexport ist. Bei geringer oder völlig fehlender Dämpfung zerfallen diese Wahrscheinlichkeitsdichten ziemlich rasch und der Prognosehorizont geht gegen Null.

Die in der Physik häufig anzutreffende Gleichsetzung von thermodynamischer und kybernetischer Entropie fördert nur das Missverständnis, wonach für jedes Bit an Information mindestens $k_B T \ln 2$ an Wärmedissipation aufgewendet werden müssten, wobei k_B die Boltzmann-Konstante und T die absolute Temperatur in K ist.

Aber Informationsgewinnung ist etwas anderes als die Feststellung von Entropie oder Negentropie; vielmehr entspricht sie einer *Änderung bedingter Entropiemaße*.

Ob sinnvoll oder nicht: man kann berechnen, wie groß der Export an Entropie für das Gesamtsystem Erde ist. Dazu benötigt man lediglich eine Vorstellung davon, wie groß der von der Sonne zur Erde gelangende Wärmestrom ist und welche Temperaturen für den Entropiestrom maßgeblich sind. Von dem Evolutionsphysiker Werner Ebeling stammt eine solche Abschätzung, und diese besagt, dass der durchschnittliche Entropieexport etwa 1 W/K pro Quadratmeter Erdoberfläche ist. Er sieht hierin die Quelle für biotische Entwicklung.

Wie wir festgestellt haben, kann ein konstant anhaltender Entropieexport aber ebenso gut auch mit bloßer Aufrechterhaltung eines stationären Zustands und insofern mit einem Stillstand von Entwicklung verbunden sein.

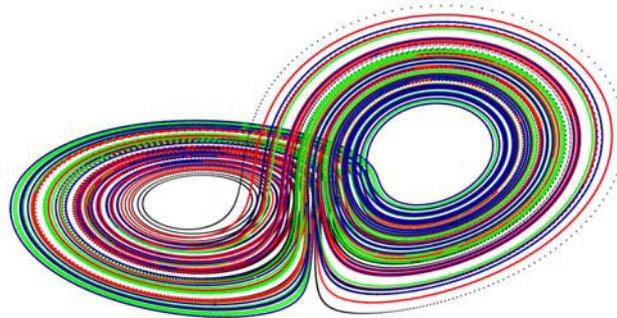
Zur Erklärung sei vermerkt, dass in der gesamten konventionellen Physik die Zeit nur Begleiterscheinung ist, eine sekundäre, abgeleitete Größe, sofern sie nicht, wie in der Relativitätstheorie, ganz und gar für abgeschafft erklärt wird. An keiner Stelle ist ersichtlich, als könnte die Zeit selbst physikalische Phänomene bewirken.

Erst seit den Bemühungen von Ilya Prigogine um eine neuartige Beschreibung der Mikrowelt erhält die Zeit ihre Würde zuerkannt, Grund von Entwicklung zu sein.

Anfang der 1970er Jahre formulierte Ilya Prigogine zusammen mit Paul Glansdorff die Kriterien für entwicklungsfähige, lebende Materie: 1) Rückkopplungen, 2) Nichtlinearitäten und 3) Arbeitspunkte weitab vom thermodynamischen Gleichgewicht. Durch den Export des Entropieüberschusses in ihre Umgebung sind chemische Prozesse in der Lage, entgegen den üblichen Interpretationen des Zweiten Thermodynamischen Hauptsatzes geordnete Strukturen aufzubauen; erst dadurch wird Entwicklung vom Einfachen zum Komplexen, kurz: Leben überhaupt möglich.

Rückkopplungen sind unerlässlich für das Zustandekommen von Dynamik. Aber erst nichtlineare dynamische Systeme sind in der Lage, autonom, ohne äußeres Zutun so etwas wie Verhalten zu zeigen; bei linearen Systemen sind dafür stets Eingriffe von außen erforderlich. Nichtlineare dynamische Systeme hingegen weisen die Eigenart auf, dass sie, je höher ihre Dimensionalität, desto eher dazu neigen, anstatt in singulären Ruhezuständen zu verharren, ein „Eigenleben“ zu entwickeln. Sie bewegen sich in Teilmannigfaltigkeiten ihres Zustandsraumes. Diese haben oft gebrochene, fraktale Dimensionen, sind also nicht beispielsweise zwei- oder dreidimensional, sondern füllen ähnlich einem Wollknäuel den Raum aus, ohne diesen ganzen Raum wirklich einzunehmen (s. nachfolgendes Bild).

Ruhezustände und Ruhelagen (und mithin auch zum Beispiel mein eigener Ruhestand) müssen also gar nicht mehr zwangsläufig mit dem Aufsuchen des thermodynamischen Gleichgewichts einhergehen. Die Zeit läuft einfach weiter, selbst wenn man auf den Gedanken verfiel, Zeit und Veränderungen (= Bewegung) ineins zu setzen. Bewegungslosigkeit ist nicht nur ein Ausnahmefall in einem ständig bewegten Meer von Zustandsänderungen und Ereignissen, sie ist vor allem ein temporal und lokal begrenztes Phänomen.



Beispiel für chaotische Systeme: Lorenz-Attraktor

Von Prigogine stammt die Idee, Irreversibilität als fundamentales Prinzip in die Beschreibung großer molekularer Ensembles zu verankern, wobei Ausgangspunkt seiner Überlegungen die Bewegungsgleichung für die Phasenraumdichte in Gestalt der Liouville-Gleichung ist. Unmittelbar hierauf basierend eine Ljapunov-Funktion (zur Klärung der Stabilitätsbedingungen) mit negativ-semidefiniter zeitlicher Ableitung bestimmen zu wollen, misslingt. Deshalb ersetzt er den Liouville-Operator durch einen Entropie-Superoperator (d.h. einen Operator, der auf andere Operatoren wirkt) und faktorisiert diesen in Form eines Produkts, das aus einem Zeitoperator und dessen Adjungierter besteht. Nach Transformation der Bewegungsgleichung in ein anderes Koordinatensystem gelingt es Prigogine, einen, wie er dies nennt, „Stern-unitären“ Operator zu konstruieren, der sich seinerseits in einen – bezüglich dem Liouville-Operator – geraden und ungeraden additiven Term aufspalten lässt. Der ungerade Anteil des neuen Operators beschreibt reversible, der gerade Anteil hingegen die irreversiblen Bewegungsabläufe der Phasenraumdichte.

In jedem dieser Ableitungsschritte spielt ein nicht-unitärer Zeitoperator eine wichtige Rolle, der die Bestimmung der Eigenzeiten des Ensembles bzw. seiner Elemente gestattet. Diese Eigenzeiten entsprechen den

jeweils charakteristischen, individuellen Relaxationsintervallen der Ensembleelemente, entsprechend derer sich das gesamte Ensemble in Richtung stabiler Zustände bewegt. Bemerkenswerterweise ergibt sich unsere gewöhnliche „makroskopische“ Zeit als Mittelwert dieses Zeitoperators.

Dies ist in einigen wenigen, dünnen Worten etwa das, was die Wissenschaft bisher erreicht hat: ein jegliches hat seine Zeit – selbst in der Mikrowelt. Nachdem die Physik bereits festgestellt haben, dass gemäß der Relativitätstheorie Gleichzeitigkeit nur in – kosmisch gesehen – enger räumlicher Nachbarschaft vorkommt, erweist sich nun Gleichzeitigkeit selbst im sehr Kleinen bloß noch als statistischer Mittelwert.

Gleichwohl sollte dies kein Grund zu Unbehagen sein, denn offenbar sind die Naturwissenschaften auf dem besten Weg, die Zeit zu befreien. Unversehens gewinnen wir die Zeit in ihrer Emanzipation hin zu einer naturhistorischen Zeit, und wir werden lernen müssen, sie auch in den Naturwissenschaften als „Daseinsweise eines tendierenden Geschehens“ (E. Bloch) zu sehen. Irgendwann wird dann selbst die Theoretische Physik erkennen müssen, dass Zeit alles andere als ein gleichmäßig abgeteiltes, in gleichen Abständen fortschreitendes Etwas ist. Ihr, der Zeit, wachsen offenbar nach und nach alle Merkmale eines historischen Phänomens zu wie Gerichtetheit, Unumkehrbarkeit, Einmaligkeit und Abhängigkeit von Verteilung und Bewegung des von ihr beschriebenen Materials, sowohl physikalisch-chemischer, als auch gesellschaftlich-historischer Art.

Ich habe Zeit: das dürfte einer der missratensten Euphemismen sein, die sich denken lassen. Ich habe die Zeit nicht. Eher hat die Zeit mich. Irgendwann hat die Zeit mich ausgespien, hinein in die Welt, in eine Wereld, ein Menschenalter, ein Man-Age, eine Menschenzeit. Und irgendwann wird sie mich wieder einsammeln, wegtun, entsorgen, abtun, auslöschen. Aber ich will nicht wehleidig sein. Ich teile dieses Schicksal, irgendwann entsorgt zu sein, mit allem, was da kreucht und fleucht. Natürlich auch und vor allem mit allen meinen lieben Artgenossen.

Miä Lääwaafn

Evolutionismus als Religionsersatz

*Hätte die Welt nur Mechanismus
und seine ‚Entropie‘ im Grund,
so wäre die Geschichte, wie wenn
Fische in einem Bottich sich beißen
oder auch ein Liebesspiel aufführen, und
draußen tritt aus der Tür bereits
die Köchin mit dem dazu disparaten,
jedoch alles beendenden Messer*

(Ernst Bloch)

Trotzdem fehlt also noch etwas. Stehenzubleiben bei einem dieser Materialismen vergangener Zeiten, wäre ziemlich bescheuert. Bereits Mitte des 19. Jahrhunderts kam es, wie Friedrich Engels schreibt, in Mode, die deutsche Philosophie in Materialismus auflösen zu wollen. Tatsächlich aber betrieb man lediglich eine „platt materialistische Popularisation, deren Materialismus den Mangel an Wissenschaft ersetzen sollte“ („Dialektik der Natur“). Hinzu gekommen sei dann noch die „Neubelebung durch Modewerden des Darwinismus, den diese Herren gleich pachteten“. Engels meint dazu: „Man könnte sie laufen lassen und ihrem nicht unlöblichen, wenn auch engen Beruf überlassen, dem deutschen Philister Atheismus etc. beizubringen, aber 1. das Schimpfen auf die Philosophie, die trotz alledem den Ruhm Deutschlands bildet, und 2. die Anmaßung, die Naturtheorien auf die Gesellschaft anzuwenden und den Sozialismus zu reformieren. So zwingen sie uns zur Notiznahme.“ Einiges davon klingt seltsam vertraut.

Vor einigen Jahren taten sich einige Leute zusammen und gründeten eine Giordano-Bruno-Stiftung. Giordano Bruno war jener dichtende Philosoph, der 1600 wegen Ketzerei und Magie auf dem Scheiterhaufen hingerichtet wurde. Er lehnte es bis zuletzt ab, seinen Häresien (Ablehnung der Gottessohnschaft Jesu und des Jüngsten Gerichts, Behauptung

Miä Lääwaafn

der Existenz vieler Welten) abzuschwören. Im Jahr 2000 räumte die katholische Kirche immerhin ein, Giordano Bruno sei wohl doch Unrecht widerfahren.

Dem Stiftungsbeirat der Giordano-Bruno-Stiftung gehörten an: diverse Evolutionsbiologen, ein Wissenschaftstheoretiker, ein Soziologe, ein Politologe, ein Entwicklungspsychologe, ein Neurologe, ein Jurist und ein Philosoph. Sie verabschiedeten gemeinsam einen garantiert brandneuen „evolutionären Humanismus“, und beauftragten einen gewissen Dr. Michael Schmidt-Salomon mit dessen schriftlicher Fixierung in einem sogenannten Manifest. Dieser etwas umtriebige – eigenen Angaben zufolge – „Philosoph, Autor und Publizist“, daneben noch Musiker und Kabarettist, trat eine Weile bei dem IBKA (Internationaler Bund der Konfessionslosen und Atheisten) in Erscheinung und macht seit geraumer Zeit jener Giordano-Bruno-Stiftung den Vorsitzenden.

Laut Wikipedia vertritt der evolutionäre Humanismus „eine Philosophie, die ... eine säkulare Weltanschauung auf naturwissenschaftlicher Basis bieten (soll), welche als Alternative zur Religion dient. ... Eine solche Philosophie (geht) nicht von unerschütterlichen Dogmen aus ..., sondern von Hypothesen, die jederzeit überprüft und verändert werden können. Es gäbe somit keine ewigen Wahrheiten, keine heiligen Schriften und keine unfehlbaren Propheten, Priester oder Philosophen. ... Die Idee der absoluten Willensfreiheit und die Kategorien von ‚Gut‘ und ‚Böse‘ lehnt er aus evolutionsbiologischen sowie ethischen Erwägungen ab und bezieht sich dabei auf Friedrich Nietzsche.“

Hmm.

Da wäre als erstes natürlich „interessant“ zu erfahren, worin diese „naturwissenschaftliche Basis“ bestehen soll. Als Namensgeber für den evolutionären Humanismus wird der britische Biologe, Philosoph und Schriftsteller Julian Huxley in Anspruch genommen. Deshalb überrascht es nicht, dass sich die evolutionären Humanisten speziell der Biologie und dort insbesondere der biologischen Evolutionslehre zutiefst

verpflichtet fühlen. Die Evolutionslehre selbst entwickelte sich im Brennpunkt der Auseinandersetzungen zwischen Glauben und Wissen, zwischen Religion und Wissenschaft. Kein Wunder, wenn viele Befürworter der Evolutionslehre dadurch selber zu Wanderpredigern degenerierten. Spitze Zungen fragen sich ohnehin, ob es sich bei der Evolutionslehre weniger um eine Wissenschaft, sondern doch eher um eine Art Ersatzreligion handelt.

Bei aller Sympathie für die Belange profan-säkularen Forschens möchte ich hier festgehalten wissen: es macht keinen Sinn, von *der* Evolutionslehre zu sprechen, genauso wie es keinen Sinn macht, von *der* Wissenschaft zu sprechen, wie dies nicht nur, aber auch die evolutionären Humanisten gerne tun. Welche der kurrenten Evolutionslehren meinen sie denn präzise, auf deren Basis sie ihre Weltanschauung errichten wollen? Das reduktionistische Programm der konventionellen Evolutionslehre ist ja wohl, wie man lesen kann, obsolet geworden und dürfte durch eine unübersehbare Vielzahl von Varianten ersetzt worden sein. Sie scheinen sich nur darin einig zu sein, dass sie alle, alle am großen, köstlichen Kuchen Evolutionslehre teilhaben wollen. Und einig dürften sie sich auch in ihrem Glaubenseifer sein, alle als Kreationisten (und somit als evangelikale Fundamentalisten) zu verdächtigen, die vorsichtig zu verstehen geben, dass vielleicht doch noch längst nicht alle Rätsel des Lebens gelöst sind. Oder wie der Physiker Mario Bunge es ausdrückte: „Es ist uns immer noch nicht gelungen, ein einziges organisches Molekül richtig zu verstehen.“

Auf solch schwankendem Boden eine ganze Weltanschauung gründen zu wollen, dürfte sich als recht waghalsiges Unterfangen erweisen. Wie ist das etwa mit der Unterscheidung von „Gut“ und „Böse“? Welche Naturgewalt – außer Friedrich Nietzsche – könnte denn in Anspruch genommen werden, dieses Dogma zu zerschmettern?

Ich fürchte, man wird lange laufen müssen, nur um am Ende festzustellen: da ist nix. Und ganz nebenbei, die Biologen wüssten ja selber ganz gerne etwas mehr über die für sie zuständigen Naturgesetze. Die aber

Miä Lääwaafn

gibt es bislang nicht – selbst wenn ihre lautesten Repräsentanten nicht müde werden zu verkünden, sie hätten nunmehr alle biologischen Rätsel gelöst und auf ihre physikalischen Gesetzmäßigkeiten zurückgeführt.

Aus der Biologie resp. Evolutionslehre werden wir also eine solche Unterscheidung nicht deduzieren können. Darf man daraus den Schluss ziehen, es gebe eine solche Unterscheidung nicht? Nein, die einzig zulässige Feststellung wäre doch die, dass eine solche Unterscheidung unevolutionär wäre, oder? So aber wird hier unerschrocken einfach mal behauptet, eine Unterscheidung zwischen „Gut“ und „Böse“ gebe es nicht. Punktum. Na, wenn *das* kein Dogma ist, was denn dann?

Im Kapitel 3 seines Pamphlets platzt dann der Verfasser doch noch damit heraus, dass der Eigennutz das eigentliche Grundmotiv des evolutionären Humanismus sei! Nanu, denke ich, da muss sich Darwin doch irgendwie in den Reusen des Neoliberalismus verfangen haben. Aber, so beruhigt der Autor gleich wieder, das Eigennutz-Prinzip würde garantiert nur angewendet, wenn es sich „in ethische Konzepte einspannen“ ließe. Weil: „Ideen, die mit den eigennützigen Interessen der Menschen nicht korrespondieren, werden sich niemals durchsetzen können“.

Woher aber nehmen und nicht stehlen, diese „ethischen Konzepte“? Gibt’s die irgendwo zu kaufen? Wer bestimmt deren Inhalte? Der Herr Dr. Schmidt-Salomon? Der Wächterrat, Verzeihung: der Stiftungsbeirat der Giordano-Bruno-Stiftung?

Im vierten Kapitel erfolgt eine weitere Volte. Nun plädiert der Autor plötzlich für einen „aufgeklärten Hedonismus“, wobei man schon ganz gespannt ist, an welcher evolutionsbiologischen Ecke dieser Fund wohl wieder geborgen worden sein mag. Nicht ganz überraschend lässt sich auch dieses Versatzstück nicht auf einer „naturwissenschaftlichen Basis“ gründen, sondern der findige Doktor greift auf die gute, alte Eudä-

monismus-Lehre des Epikur zurück, derzufolge ein „tiefer Zusammenhang von Glückseligkeit und Gerechtigkeit“ bestehen soll. Welch eine naturwissenschaftliche Fundierung!



Vorbild für „aufgeklärten Hedonismus“? (Palermo/Sizilien, 2006)

Dafür kommt Schmidt-Salomon im darauffolgenden fünften Kapitel endlich mal zur Sache: auftritt der große Zampano des Neoliberalismus, Friedrich „von“ Hayek, rechtsextremer Ökonom und Verfechter ungehemmter freier Märkte, minimaler Sozialleistungen und einer auf die Inflationskontrolle reduzierten ökonomischen Rolle des Staates. 1973 war es diesem Herrn vergönnt, trotz seines fortgeschrittenen Alters mit Genugtuung zusehen zu dürfen, wie die von ihm mit angefütterten „Chicago-Boys“ seines Musterschülers Milton Friedman dabei mithalfen, die erste frei gewählte sozialistische Regierung Chiles hinweg zu putschen und mehrere Tausend Menschen im Namen der Freiheit der Märkte zu ermorden. 1978 machte Hayek seine Unterstützung für das Pinochet-Regime in mehreren Leserbriefen an die Times publik.

Diesem erklärten Antidemokraten wird es bestimmt auch späte Satis-

Miä Lääwaafn

faktion gewesen sein, mitzuerleben, wie in den Jahren 1990 ff. die neolibérale „Schocktherapie“, mit der man die Völker Osteuropas überzog, nicht nur unermesslich viel Leid über die Menschen brachte, sondern Millionen von ihnen auch vorzeitig ins Grab. Die Lebenserwartung der Männer Russlands beispielsweise sank binnen weniger Jahre von 1991 bis 2003 um fast fünf Jahre (seit 2007 scheint man sich davon allmählich wieder zu erholen).

Zur Wahl eines solchen Gewährsmannes kann man den „humanen Evolutionisten“ nur ganz herzlich gratulieren. Gut, genau genommen wird Hayek ja auch nur für die von ihm so genannte „Traditionsblindheit“ in Anspruch genommen, die es unbedingt zu vermeiden gelte. Zu diesem Behufe sollen „alle Traditionen einem kritischen Eignungstest unterzogen werden“, um im Ergebnis eine „möglichst hohe Flexibilität des Denkens und Handelns“ zu gewährleisten. Auch da darf man gespannt sein, wenn hierzu der Wächterrat der „humanen Evolutionisten“ erst einmal in Stellung gebracht worden sein wird, um diese Tests durchzuführen.

Der Rest des Pamphlets besteht aus einem beliebig anmutenden Sammelsurium beliebiger Reader’s-Digest-Aphorismen, etwa der Güte: „Wissenschaftler wissen, dass sie etwas glauben“, während „Gläubige glauben, etwas zu wissen“. Auch wird eine „halbierte Aufklärung“ beschworen und man wünscht sich sehr, dieser Begriff möge künftighin den „Doppelcharakter der Aufklärung“ von Adorno und Horkheimer ersetzen. Ich denke, die beiden hätten sich schön bedankt dafür. Binde einem Hund ein Stück Leberwurst um die Nase, und die ganze Welt wird ihm nach Leberwurst riechen. Wer nichts als bestenfalls eine – wie auch immer errungene – Halbbildung aufzuweisen hat, muss sich nicht wundern, wenn er nur die Hälfte der Aufklärung zu Gesicht bekommt.

Von bestürzender „Innovativität“ zeugt auch die „scharfe“ Unterscheidung zwischen Ethik und Moral, um hierauf basierend autoritäre Gebots- und Verbotskataloge durch „ethische Interessenabwägungen“ zu

ersetzen. Potzdonner, also nein! Meine Frau würde an dieser Stelle sagen, so habe sie das ja noch nie gehört (was bei ihr einer ziemlich grundsätzlichen Kritik gleichkommt). Verhält es sich nicht eher so: etymologisch sind die Wurzeln von beidem, das Griechische *éthos* und das Lateinische *mos*, identisch? Beides heißt nichts anderes als – Sitte. Wer daraus mehr zu machen gedenkt, etwa Ethik als unerschütterliche Wahrheit über uns schwebend, und Moral, weil's ja nur Latein ist, als das, was der Pöbel eben so den lieben langen Tag gefälligst praktizieren sollte ... Wer also daraus mehr machen will, hat wahrhaft Mut, sich hernach immer noch für einen Philosophen auszugeben. Ich sag lieber nicht, wofür ich ihn stattdessen halte ...

Wir sollten uns auch, schreibt Schmidt-Salomon, vom „Speziesismus“ verabschieden – was oder wer immer auch damit gemeint sei. Gemeint scheint wohl zu sein: „Humanismus (= Hedonismus) für alle, auch für die Viecher!“ Ich finde, man darf den Altphilologen und Liebhabern des Lateinischen wirklich nicht den Tort antun und glauben, jeder beliebigen, dem Lateinischen entlehnten Vokabel das Affix -ismus anhängen zu dürfen. Das ist unschön, führt im vorliegenden Fall zu Artikulationsstörungen und/oder feuchter Aussprache und ist zudem – vor allem für jeden, dem Geist der Aufklärung sich verpflichtet fühlenden Humanisten – eine bodenlose Dummheit.

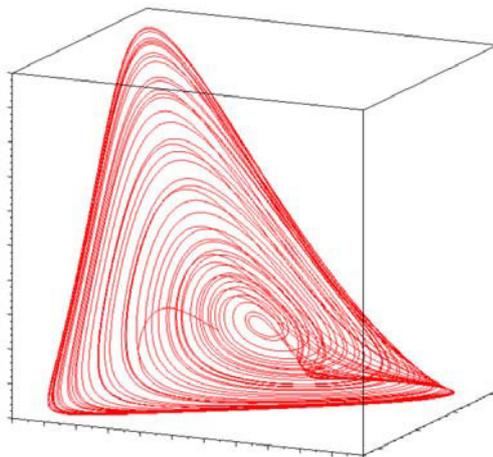
Abschließend werden noch schnell, und zwar „jenseits von Fundamentalismus und Beliebigkeit“, Humanismus und Aufklärung als Leitkultur verordnet. Weil damit plötzlich jeder gesellschaftliche Fortschritt in der Geschichte verbunden gewesen sein soll. Davor nehme ich lieber Reißaus und bleibe bei meinem Multikulti-Durcheinander.

Ernst Bloch hatte einst befunden, nicht die Frechheit habe sich zuerst irreligiös gemacht, sondern das Humane. Bei unseren humanen Evolutionisten hätte er sich zweifellos anders geäußert: bei denen macht sich zuerst die Frechheit irreligiös, um danach das Inhumane in Gestalt irgendeines ungenießbaren Evolutionismusverschnitts nachrücken zu lassen.

Miä Lääwaafn

Ich habe mit dem Vorwurf, man treibe nichts als Eklektizismus, bisher immer wenig anzufangen gewusst. Aber wenn jemand so viel, um es im Jargon unserer Jugend zu formulieren, gequirlte Scheiße schreibt, wäre das Urteil, dies sei seichtester „Abklärlicht des Aufklärlicht“ und nichts als eine „eklektische Bettelsuppe“ (Marx/Engels), bei Lichte besehen eben doch noch um einiges zu hoch gegriffen.

Dabei möchte ich nicht verhehlen, dass ich Evolutionstheorien ausgesprochen faszinierend finde, vor allem wenn sie mir in mathematischer Gestalt widerfahren (Wachstumsmodelle, Evolutionsdynamiken, Evolutionsstrategien, Theorie evolutionärer Spiele usw.). Da verbinden sich Eleganz der formalen Darstellungen mit Schönheit der Lösungstrajektorien sowie mit hin und wieder überraschenden Einblicken in verblüffende Querverbindungen.



Chaotische Lösung eines dreidimensionalen Räuber-Beute-Systems

Wer ist schon darauf gefasst, dass sich Replikatorodynamiken ohne weiteres auf verallgemeinerte, höherdimensionale Räuber-Beute- und andere ressourcendynamische Modelle abbilden lassen? Oder dass von dieser Klasse nichtlinearer, dynamischer Systeme (es handelt sich um die von Manfred Peschel eingeführte Klasse der Lotka-Volterra-Systeme) ein recht kleiner Schritt mitten hinein führt in die Modellierung

der Vorgänge in kontinuierlichen Bioflussreaktoren (auch als Chemostaten bezeichnet)?

Dabei steht die Entwicklung solcher Modelle, die sich im übrigen prinzipiell auch zu selbstorganisierten Verhaltensweisen eignen sollen, erst noch ganz am Anfang. Sie bilden gewissermaßen die unterste Stufe nichtlinearer dynamischer Konstruktionen. Nur würde ich nie auf den irren Gedanken verfallen, hierin die Quelle einer Ethik oder Moral zu vermuten.

Miä Lääwaafn

Was ist eigentlich Dialektik?

– *Dih ann soung su, dih annän asu.*

Neinnein, mit Dialekt hat sie gar nichts zu tun, die Dialektik. Obwohl ... Die Kunst, die Technik der Unterredung nannten die Griechen schon seit alters her *dialektiké téchne* (von *dialégesthai* „sich unterhalten, ein Gespräch führen“); im Lateinischen hieß sie *Ars dialectica*. Sie wurde gepflegt, um irgendwelche beliebigen Sachverhalte im Gespräch aufzuklären. Diese Kunst kann in Hochsprachen, aber ebenso gut auch in deren diversen mundartlichen Devianzen ausgeübt werden. Es sind dazu auch nicht unbedingt mehrere Personen vonnöten, es geht auch im Selbstgespräch.

Soweit ist alles klar, und doch nicht klar. Und schon fangen die Probleme an: Wenn ein Sachverhalt klar und zugleich nicht klar ist, liegt ein logisches Problem, nämlich ein logischer Widerspruch, vor. Zumindest behauptet dies die klassische abendländische Logik seit Aristoteles. So etwas ist nicht erlaubt. Denn wenn etwas der Fall und zugleich nicht der Fall ist, dann würde hieraus Beliebiges folgen (*ex falso quodlibet*) – und das darf unter gar keinen Umständen geduldet werden.

Exakt an dieser Stelle setzt Hegel ein: „Das *Sein* ist die einfache inhaltslose Unmittelbarkeit, die ihren Gegensatz an dem reinen Nichts hat, und deren Vereinigung das *Werden* ist: als Übergehen von Nichts in Sein das *Entstehen*, umgekehrt das *Vergehen*.“ Aus der Vereinigung von Sein und Nichts, aus deren Widerspruch entsteht, schlicht gesagt, ALLES. Hegel begründet dies wie folgt: „Der gesunde Menschenverstand, wie die einseitige Abstraktion sich oft selbst nennt, leugnet die Vereinigung von Sein und Nichts. Entweder ist das Sein oder es ist nicht. Es *gibt* kein Drittes. Was ist, fängt nicht an. Was nicht ist, auch nicht. Er behauptet daher die Unmöglichkeit des *Anfangs*.“

Miä Lääwaafn

Weil alles, was da ist, irgendwie mal angefangen haben muss, gibt uns Hegel, ganz beiläufig, den Schlüssel in die Hand zu verstehen, wie alles entstanden sein könnte. Nämlich aus Sein und Nichts. Spätestens seit Hegel unterscheiden wir zwischen logischem (metaphysischem) und dialektischem (nicht-metaphysischem) Widerspruch. Während der *logische Widerspruch* nur in der Sphäre des Denkens existiert, wird dem *dialektischen Widerspruch* die Fähigkeit zugeschrieben, die Quelle aller Bewegung, Veränderung und Entwicklung zu sein.

Hegel schreibt: „Alle Dinge sind an sich selbst widersprechend“, und er verbindet diese Aussage mit einer fundamentalen Kritik an dem „Grundvorurteil der bisherigen Logik und des gewöhnlichen Vorstellens“, wonach es nichts Widersprechendes geben würde, nicht in der objektiven Realität, aber auch nicht subjektiv im Denken, da ja Widersprechendes weder vorgestellt noch gedacht werden könne. Dem hält er entgegen, dass selbst die gewöhnliche, äußerlich wahrnehmbare Bewegung nichts anderes ist als der „daseiende Widerspruch selbst“. Denn, so schreibt er weiter, „es bewegt sich etwas nur, nicht indem es in diesem Jetzt hier ist und in einem andern Jetzt dort, sondern indem es in einem und demselben Jetzt hier und nicht hier, indem es in diesem Hier zugleich ist und nicht ist.“

In der „Wissenschaft der Logik“ eröffnet Hegel seine große vierstimmige Fuge mit dem Motiv: „Das reine Sein und das reine Nichts ist dasselbe. Was die Wahrheit ist, ist weder das Sein, noch das Nichts, sondern dass das Sein in Nichts, und das Nichts in Sein, – nicht übergeht, – sondern übergegangen ist.“ Nach den bisherigen Betrachtungen erscheint es, jedenfalls auf den ersten Blick, vergleichsweise banal zu sein, aus einer logischen Variablen p deren Gegenteil, ihr Komplement \bar{p} zu generieren. Wir wollen nunmehr auch formal das Rad in Bewegung setzen, indem wir den Widerspruch auf engstem Raum konzentrieren und postulieren: $p = \bar{p}$. Wollen wir zusehen, was passiert!

Würde man versuchen, diese selbstreferentielle (Rückkopplungs-) Struktur mittels eines Computerprogramms nachzubilden, erhielte man

unweigerlich eine Fehlermeldung. Rückkopplungen sind nur zulässig, wenn sie mindestens ein speicherfähiges Element enthalten. In realen Schaltkreisen wird diese Bedingung durch Signalverzögerungen der Transistorgatter sichergestellt. Im Ergebnis erhalten wir so oder so die Grundsaltung eines digitalen Taktoszillators, wie er in jedem Computer, vom Taschenrechner bis zum Supercomputer, zu finden ist. Der auf dem Gleichsetzen $p = \bar{p}$ basierende Oszillator bildet gewissermaßen den Antrieb sämtlicher Rechenprozesse im Computer.

Es scheint also relativ einfach zu sein, mit einem aufs Äußerste zugespitzten Widerspruch irgendetwas in Gang zu setzen, etwas zu generieren.

In solcherart Widerspruch sieht Hegel den Grund aller Bewegung, der Selbstbewegung und des Triebes, sowie von Lebendigkeit überhaupt. Denn „nur insofern etwas in sich selbst einen Widerspruch hat, bewegt es sich, hat Trieb und Tätigkeit“, und es ist lebendig, „nur insofern es den Widerspruch in sich enthält, und zwar diese *Kraft* ist, *den Widerspruch in sich zu fassen und auszuhalten*“ (meine Hervorhebung). Etwas andere, vielleicht auch nicht ganz so fundamentale Überlegungen dürften Nietzsches Auffassung zugrunde gelegen haben, wenn er formulierte: „Jeder weiß ..., dass Widerspruch-ertragen-können ein hohes Zeichen von Kultur ist“. Und er fügte hinzu: „Aber das Widersprechen-können, das erlangte *gute* Gewissen bei der Feindseligkeit gegen das Gewohnte, Überlieferte, Geheiligte – das ist ... das eigentlich Große, Neue, Erstaunliche unserer Kultur, der Schritt aller Schritte des befreiten Geistes: wer weiß das?“ (Hervorhebungen im Original).

Beide, Hegel wie auch Nietzsche, dürften mit solchen Formulierungen auch heute noch so manchen Zeitgenossen vor den Kopf stoßen. Man muss sich allerdings darüber im klaren sein, dass sich damit beide in eine Denktradition einreihen, die um mehr als dreitausend Jahre zurückreicht.

Im ältesten chinesischen Schriftwerk, im *Yi Jīng* (易经), dem „Buch der Wandlungen“, ist zu lesen: „Die heiligen Weisen vor alters machten das Buch der Wandlungen also: Sie wollten den Ordnungen des inneren Gesetzes und des Schicksals nachgehen. Darum stellten sie den Sinn des Himmels fest und nannten ihn: das Dunkle und das Lichte. Sie stellten den Sinn der Erde fest und nannten ihn: das Weiche und das Feste. Sie stellten den Sinn des Menschen fest und nannten ihn: die Liebe und die Gerechtigkeit. Diese drei Grundkräfte nahmen sie zusammen und verdoppelten sie. Darum bilden im Buch der Wandlung immer sechs Linien ein Zeichen.“

Ursprünglich wurde dieses Buch für Prophezeiungen benutzt; dazu diente der ältere Teil des *Yi Jīng*, das sogenannte *Zhōu Yi* (周易, „Wandlungen der Zhōu-Dynastie“), das 64 Hexagramme enthält. Dieser Teil soll in der uns überlieferten Form um etwa 820 v.u.Z. entstanden sein. Allerdings lassen sich die Ursprünge bis zu Orakelknocheninschriften zurückverfolgen, die während der Shāng-Dynastie, also zwischen 1600 – 1000 v.u.Z. entstanden sind und aus deren Nutzung bei der Weissagerei das *Yi Jīng* hervorgegangen sein soll.

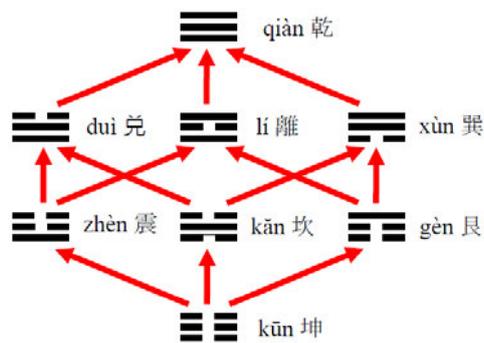
Chinas archaische Lehre von der Entstehung und Veränderung der Welt oder wie man auch sagen könnte: ihre Anschauung der Welt, ihre Weltanschauung setzte bereits vor unvordenklichen Zeiten voraus, dass aus der Vereinigung zweier einander entgegengesetzter Prinzipien, des weiblichen und des männlichen Prinzips, 阴 (*yīn*) und 阳 (*yáng*), alles entsteht. Ersteres erhält in der Symbolik des *Yi Jīng* eine unterbrochene Linie; mit ihm assoziiert man auch Zusammenziehung, Dunkelheit, Nacht, Tod, gerade Zahlen, Widerstand, Wasserläufe. Dem männlichen Prinzip entspricht die durchgezogene Linie; es wird auch als Ausdehnung, Licht, Leben, ungerade Zahlen, Durchdringung, Berge gedeutet. Fasst man je zwei solcher Linien zusammen, so erhält man vier verschiedene Figuren, die sogenannten Bigramme (*sì xiàng* 四像):



Mit drei Linien ergeben sich dementsprechend acht Bilder, die sogenannten Trigramme (*bā guà* 八卦):



Liest man diese Diagramme als binär verschlüsselte Codes mit der untersten Linie als least und der obersten als most significant bit, so stellt die Folge der Trigramme, von unten nach oben und von links nach rechts gelesen, nichts anderes dar als die Dezimalzahlen von 0 bis 7, verschlüsselt als 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111.



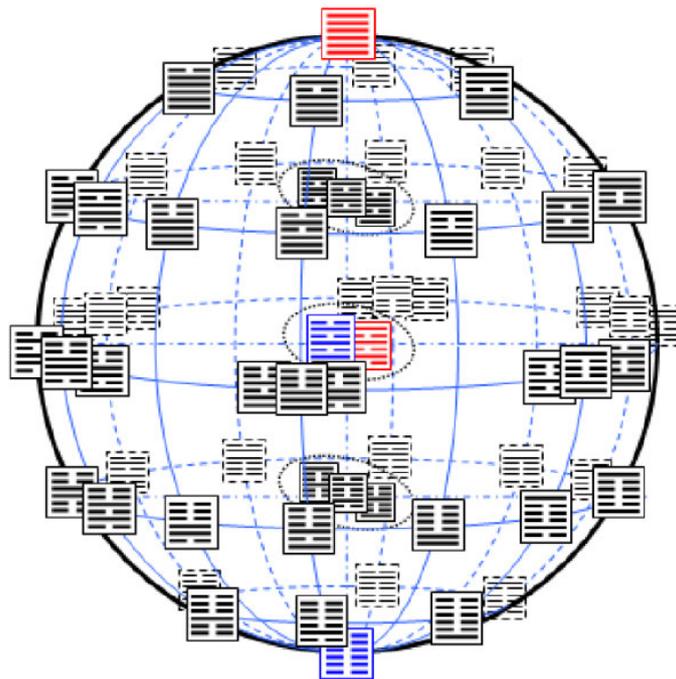
Trigramme mit Namen als Hasse-Diagramm

Diese acht Bilder, die Trigramme, sollen die ganze Welt repräsentieren. Das Bild, das dem Code 111 entspricht, wird als das Schöpferische (*qián* 乾) aufgefasst, das wie der Himmel die ganze Welt umspannt. Das Bild mit dem Code 000 hingegen wird als das Empfangende (*kūn* 坤) bezeichnet und mit der Erde identifiziert. Die sechs „Kinder“ sind, je nachdem, ob eine oder zwei Linien unterbrochen sind, weiblich oder männlich. Die älteste Tochter entspricht *Xùn* (巽), das bedeutet die Sanftheit; die mittlere Tochter ist *Lí* (離), die Trennung; die jüngste Tochter ist *Duì* (兑), der Wechsel. Der älteste Sohn ist *Zhèn* (震), die Erregung; der mittlere Sohn wird *Kǎn* (坎) genannt, was der Gefahr entspricht; der jüngste Sohn schließlich ist *Gèn* (艮), die Aufrichtigkeit.

Miä Lääwaafn

In anderen Interpretationsrahmen der Trigramme, etwa bei Naturphänomenen oder in gesellschaftlichen Bezügen, sind auch hiervon abweichende Bezeichnungen und Schriftzeichen gängig.

Mathematisch lässt sich schon einmal so viel feststellen: die acht Trigramme, interpretiert als binär codierte Zahlen, bilden eine Halbordnungsstruktur mit den zugehörigen, im obigen Hasse-Diagramm rot markierten Verbandsrelationen. Unter Halbordnung versteht man die Relation \leq , die der Bedingung genügt: $x \leq y$ genau dann, wenn $x \vee y = y$ und $x \wedge y = x$ gilt. Die Pfeilspitzen zeigen in die Richtung des jeweils größeren Werts, wobei die Bedingung für jede einzelne Stelle gelten muss, weswegen die Zeichen der beiden mittleren Ebenen dieser Bedingung *nicht* genügen können: sie sind untereinander *unvergleichbar*.



Der Yi-Globus (Quelle: J. Drasny, 2011)

Aus je zwei Trigrammen erhält man die Hexagramme des Yi Jīng, die 64 Bilder umfassen. Diese lassen sich, wie an den Trigrammen demonstriert, ebenfalls in eine Halbordnungsstruktur bringen, woraus man dann eine räumliche Anordnung konstruieren kann, die als Yi-Globus (s. vorstehendes Bild) bezeichnet wird. Er besteht aus sieben Ebenen, wovon die oberste das Schöpferische (*qián* 乾) und die unterste das Empfangende (*kūn* 坤) ist. Die zweite Ebene von unten enthält die sechs Hexagramme mit einer durchgezogenen yīn-Linie, die dritte Ebene die 15 Hexagramme mit zwei, die vierte Ebene die 20 Hexagramme mit drei, die fünfte Ebene die 15 Hexagramme mit vier und die sechste Ebene die sechs Hexagramme mit fünf durchgezogenen yīn-Linien.

Die Wandlungen, über welche das Yi Jīng informieren will, finden zwischen zwei Bildern statt, die sich an verschiedenen Stellen unterscheiden. Jedes der 64 Hexagramme kann nämlich bis zu sechs zusätzliche Hinweise enthalten, je nachdem, welche der Linien als stark oder stabil und welche als schwach oder wandelbar zu betrachten sind. Somit lassen sich 384 Ausgangssituationen unterscheiden. Da jedes Bild durch Wandel in ein beliebig anderes übergehen kann, sind $64^2 = 4096$ verschiedene Kombinationen möglich; dementsprechend können sich ebenso viele verschiedene Wandlungen oder, modern ausgedrückt: Prozessverläufe ergeben. Deren Beschreibung und Ausdeutung sind wesentlicher Inhalt des Yi Jīng.

Nun mag uns Heutigen diese Anzahl lächerlich gering erscheinen, aber diese Anzahl würde sofort explodieren, wenn man die Spielregeln nur geringfügig abwandeln würde. Zu 64 möglichen Nachfolgezuständen gelangt man ja nur deswegen, weil jede Wandlung des Ausgangszustands aufgrund schwacher Linien immer auf einmal vorgenommen wird. Würde man dagegen immer nur jeweils eine Linie sich in eine stabile umwandeln lassen, ergäben sich für jede Ausgangssituation bis zu sechs Übergänge in Nachfolgezustände. Würde man all diese Möglichkeiten ausschöpfen, die ein digitales System mit 6-stelligen Binär-inputs beinhaltet, hätte man damit ein Repertoire an Ausdrucksmitteln

Miä Lääwaafn

zur Verfügung, das auch nach modernen Maßstäben für den Aufbau einer formalen Sprache zur Darstellung natürlicher Prozesse als voll auf ausreichend anzusehen wäre.

Die 64 Hexagramme des Yi Jīng bilden gewissermaßen den Wortschatz einer urtümlichen formalen Sprache, mit der der Wandel der Welt in ihrem ständigen Wandel erfassbar und verstehbar gemacht werden soll. Die Menschen dieser ehrwürdigen Kultur hatten hierzu nicht nur ein eigenes variables Alphabet (Zeichensystem) entwickelt, sondern auch die zugehörigen syntaktisch-semantischen Regeln und pragmatischen Deutungen zusammengetragen, mit denen die Prozesse der Natur, des Individuums und der Gesellschaft nachgeahmt und vorhergesagt werden sollten. Wesentlich dabei bleibt der Denkansatz, Widersprüche als Antrieb für alle in Gang befindlichen bzw. in Gang zu setzenden Prozesse zu sehen, ob im Himmel, in der Gesellschaft oder hier auf Erden. Es verwundert deshalb in keiner Weise, dass Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 – 1716), der sich zeit seines Lebens mit seinem Projekt eines *Calculus universalis* beschäftigte, von dem Yi Jīng zutiefst beeindruckt war.

Es ist unschwer zu erkennen, dass wir es mit einer „Wechselwirkung koexistierender Gegensätze“ zu tun haben, ganz im Sinne der oben angegebenen Begriffsbestimmung des Widerspruchs.

Bereits in der altchinesischen Kosmogonie, in der die Welt als ein ununterbrochenes Werden aufgefasst wird, tritt uns also eine dialektische Anschauung der Welt entgegen, wenn auch in noch sehr urwüchsiger Form. Sie wurde in späteren Entwicklungen der chinesischen Philosophie, vor allem im Daoismus, wieder aufgegriffen. Zunächst übernahmen sie die alten Konfuzianer, bei denen es in deren Kommentar zum Yi Jīng hieß: „Einmal *yīn*, einmal *yáng*, das nennt man *dào*“, und „zeugen und wieder zeugen, das nennt man Wandel.“

Dào bedeutet ursprünglich Weg, dann Prinzip, Wort; benutzt man es als Verb, hat es die Bedeutung gehen, sprechen. In Übersetzungen wird es zwar häufig mit Weg, Wort, Logos, Sinn, Weltgesetz, Vernunft, Gott

Was ist eigentlich Dialektik?

usw. übersetzt, bleibt aber am besten unübersetzt. In philosophischem Sinn ist *Dào* Weg und Kreislauf des Alls, harmonischer Wandel der Natur, schöpferisches Prinzip, das aus sich spontan alle Dinge zeugt und erhält, blühen und vergehen lässt, ewig-schöpferischer Weg und Urgrund. Im *Dào Dé Jīng* (道德经) von *Lǎozī* heißt es im 22. Kapitel:

„Was krumm ist, werde vollkommen,
Was ungleich, werde gerade,
Was vertieft, werde gefüllt,
Was zerrissen, werde neu,
Wenn wenig, werde erreicht,
Wenn viel, werde verfehlt.“

Daher: Der heilige Mensch umfasst das Eine
und wird der Welt Vorbild.
Nicht sich sieht er an,
darum leuchtet er.
Nicht sich ist er recht,
darum zeichnet er sich aus.
Nicht sich rühmt er,
darum hat er Verdienst.
Nicht sich erhebt er,
darum ragt er hervor. –
Weil er nicht streitet,
darum kann keiner in der Welt mit ihm streiten.
Was die Alten sagten:
„Was krumm, werde vollkommen“,
sind es denn leere Worte?
Ein wahrhaft Vollkommener,
und man kehrt dorthin zurück.

Bemerkenswerterweise sollen die ersten drei Sprüche beinahe wörtlich mit Jesaja im Alten Testament übereinstimmen, wo es heißt: „Alle Täler sollen erhöht werden, und alle Berge und Hügel sollen erniedrigt werden, und was uneben ist soll gerade, und was hügelig ist soll eben werden.“ (Jes. 40, 4). Dieser Hinweis stammt allerdings von einem Übersetzer, der auch ansonsten noch viele Parallelen zum Alten Testament entdeckt zu haben glaubt.

In der altchinesischen Tradition ist man offenbar von alters her bestens mit dialektischen Denkweisen vertraut. In der europäischen Philosophie wurde sie erstmals von Herakleitos, der um etwa 500 v. Chr., also etwa zur gleichen Zeit wie Lǎozī, in Griechenland gelebt und gelehrt hat, in folgende Worte gefasst: „Diese Weltordnung hier hat nicht der Götter noch der Menschen einer geschaffen, sondern sie war immer und ist und wird sein: immer-lebendes Feuer, aufflammend nach Massen und verlöschend nach Massen. Feuers Wende: zuerst Meer; des Meeres eine Hälfte Erde, die andere flammendes Wetter ... Das Meer zerfließt und erfüllt sein Maß nach demselben Sinn, der auch galt, bevor es Erde wurde.“

Herakleitos schätzte, wie zweieinhalbtausend Jahre nach ihm Hegel, die Fähigkeit seiner Zeitgenossen, mit Widersprüchen zurechtzukommen, nicht besonders freundlich ein, sondern beurteilte sie recht unnach-sichtig: „Sie verstehen nicht, wie das Unstimmige mit sich übereinstimmt: des Wider-Spännstigen Fügung wie bei Bogen und Leier“, und „sie lassen sich täuschen, die Menschen, im Erkennen dessen, was ihnen vor Augen liegt“. Er führte dies auf solch schlechte Lehrer zurück wie etwa Hesiod: „Sie sind überzeugt, am meisten wüsste er, der Tag und Nacht nicht kannte – sind sie doch eins.“

Tatsächlich mutete er ihnen eine Menge zu, etwa wenn er feststellte: „Gut und übel sind eins“, oder: „der Walkschraube Bahn, grad und krumm, sind ein und dieselbe“. Ein anderes Mal sagte er: „Meerwasser ein sauberstes und abscheulichstes: Fischen trinkbar und gesund, Menschen untrinkbar und gefährlich“, oder: „Unsterbliche sterblich, Sterbliche unsterblich – lebend einander ihren Tod, ihr Leben einander sterbend“, sowie „das Feuer ist Darben und Satttheit“. Und nicht zu vergessen, sein bekanntestes, wenn auch am meisten umstrittenes Prinzip: „Krieg (*pólemos*) ist der Dinge Vater, aller Dinge König. Die einen erweist er als Götter, die andern als Menschen, – die einen lässt er Sklaven werden, die anderen Freie.“ In anderer Übersetzung ist dann freilich, anstelle von Krieg, von Kampf die Rede.

Was ist eigentlich Dialektik?

In der Naturphilosophie des 15. Jahrhunderts wurden, ganz im Sinne von Herakleitos, Ideen, gegenseitige Einwirkungen der Körper aufeinander geltend gemacht, die auf einem Widerstreit und fortwährenden Kampf der Gegensätze Ausdehnung – Zusammenziehung, Verdünnung – Verdichtung, Anziehung – Abstoßung usw. beruhen sollen. Gegensatzpaare wie diese wurden in der Folgezeit beispielsweise für Astronomie, Mechanik, Chemie sowie Theorien wie die des Magnetismus oder der Elektrizität fruchtbar gemacht und mit großartigem Erfolg auf natürliche Phänomene angewandt.

Nikolaus Cusanus verarbeitete die damals so neuartig erscheinenden Ideen in seiner Lehre von der „Koinzidenz der Gegensätze“ (*coincidentia oppositorum*) erstmals in philosophisch-systematischer Weise. Seiner Lehre zufolge würden Ruhe und Bewegung, Werden und Vergehen, Erleiden und Tätigsein das Dasein aller Dinge als widerspruchsvoll kennzeichnen, doch würden in Gott alle Gegensätze zusammenfallen.

Diesem Gedanken der Koinzidenz gab Giordano Bruno eine wirklichere Fassung, indem er postulierte, dass das eine von zwei Entgegengesetzten stets das Prinzip des anderen sei, und Veränderungen sich stets im Kreise bewegen würden, da es ein Zusammenfallen beider Extreme geben müsse. Und er fasste seine Überlegungen wie folgt zusammen: „Wer die tiefsten Geheimnisse der Natur ergründen will, der betrachte und beobachte die Minima und Maxima am Entgegengesetzten und Widersprechenden. Es ist eine tiefe Magie, das Entgegengesetzte hervorbringen zu können, nachdem man den Vereinigungspunkt gefunden hat.“

Schelling, ein Zeitgenosse Hegels und diesem aus gemeinsamen Jugendjahren zunächst noch freundschaftlich verbunden, nannte dies ein „Symbolum der wahren Philosophie“. In seiner Naturphilosophie, einem seiner frühen Werke, erkannte er die reale Existenz des Widerspruchs und dessen Rolle als Triebkraft der Bewegung und allen Lebens noch an. Hier bestimmte er die Differenz als „eine in der Produktivität

Miä Lääwaafn

selbst entstehende Entgegensetzung“, die, rein gedacht, „die erste Bedingung aller [Natur]-Thätigkeit“ sei, „die Produktivität wird zwischen Entgegengesetzten (den ursprünglichen Grenzen) angezogen und zurückgestoßen, in diesem Wechsel von Expansion und Kontraktion entsteht nothwendig ein Gemeinschaftliches, aber nur im *Wechsel* Bestehendes. ... Das *Thätige* im Wechsel ist die in sich selbst entzweite Produktivität.“

Später entzweite sich Schelling mit Hegel, wobei beider Streit um Prioritätsansprüche bei der Entwicklung der dialektischen Methode eine Rolle gespielt haben mag. Für Schelling war der Widerspruch allerdings ohnehin nur eine Form des Übergangs zu einer absoluten Identität, zum Absoluten, das als Einheit von Geist und Natur, von Subjekt und Objekt vorzustellen sei: „Es fragt sich: Wodurch jener Wechsel überhaupt fixirt werden könne. Er kann nicht fixirt werden durch irgend etwas, das im Wechsel selbst als *Glied* begriffen ist, also durch ein Drittes. Aber dieses Dritte muss *eingreifen* können in jenem ursprünglichen Gegensatz; aber *außer* jenem Gegensatz *ist* nichts – es [jenes Dritte] muss also ursprünglich schon in demselben begriffen seyn, als etwas, was durch den Gegensatz, und wodurch hinwiederum der Gegensatz vermittelt ist. Denn sonst ist kein Grund, warum es in jenem Gegensatz ursprünglich begriffen seyn sollte. ... Identität aus Differenz hervorgegangen ist Indifferenz, jenes Dritte also ein *Streben nach Indifferenz*. ... Hauptsatz: Keine Identität der Natur ist absolut, sondern alle nur Indifferenz.“

Dieses Zitat ist deshalb so ausführlich angegeben, um die offensichtliche Nähe Schellings zum Denken Hegels, zugleich aber auch seine Eigenständigkeit zu dokumentieren. Ohne dies hier im einzelnen belegen zu können, sind gerade in der Naturphilosophie Schellings zahlreiche Gedanken aufzuspüren, die mehr als einhundert Jahre später in der Prozessphilosophie von Alfred N. Whitehead oder in der Evolutionsphilosophie von Teilhard de Chardin wieder aufgenommen und weiterentwickelt werden – weit mehr als etwa in der Hegelschen Dialektik.

Konkurrenz und Kooperation

Seit geraumer Zeit interessiert man sich in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen wie etwa Physik, Mathematik, Informatik, Biologie oder Soziologie für das Verhalten komplexer Netzwerke und deren Nachbildung mit Hilfe der Computersimulation (Barrat et al., 2008). Die dabei betrachteten Systeme bestehen aus Knoten, die Personen, Computer oder Moleküle repräsentieren können, sowie aus Verbindungen (Kanten) zwischen diesen Knoten, die jegliche Form von stofflichen, energetischen oder informatorischen Interaktionen symbolisieren. Netzwerke lassen sich demzufolge als Graphen darstellen; mitunter werden beide Bezeichnungen synonym verwendet.

Netzwerke (bzw. Graphen) werden komplex genannt, wenn sich deren (globales) Verhalten nicht aus dem Wissen über Teilfunktionen des Netzwerks oder von lokalen Eigenschaften einzelner Knoten oder Knotencluster vorhersagen lässt. Komplexe Netzwerke zeigen mitunter ein unerwartetes Verhalten, so etwa plötzliche Zustandswechsel, die in der Physik als Phasenübergänge bezeichnet werden. Häufig hängt die Komplexität des Verhaltens von Netzwerken auch damit zusammen, dass die Knoten ein dynamisches Eingangs-Ausgangs-Verhalten haben oder die Verbindungen zwischen den Knoten (Kanten) sich verändern oder Laufzeiten aufweisen.

Typische Fragestellungen in der Theorie komplexer Netzwerke sind beispielsweise: wie beschreibt man komplexe Netzwerke (Gradverteilung von Knoten, durchschnittliche Weglänge zwischen den Knoten, Clusterentstehung etc.), welche Schlussfolgerungen können aus bestimmten Netzwerkstrukturen gezogen werden (z.B. starke Clusterbildung → lokale Funktionalität, modulartige Organisation) oder gibt es universelle Strukturen und Regeln, die für viele (sowohl natürliche als auch künstliche) komplexe Netzwerke gelten?

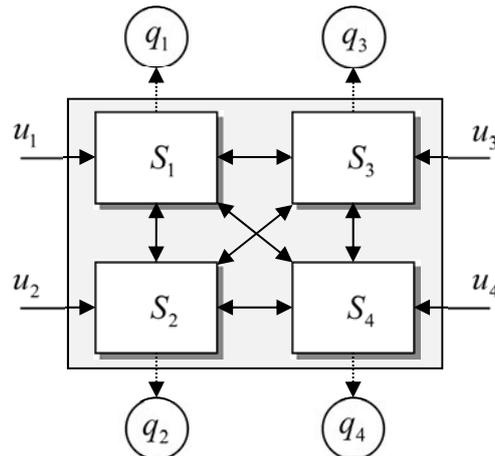
Die Spieltheorie gehört zu den mathematischen Disziplinen, die sich

explizit mit verschiedenen Formen von Kooperation beschäftigen. Sie untersucht Optimierungsprobleme mit vektoriellen Güteattributen. Diese Attribute können so geartet sein, dass sie sich bei Änderungen der Steuervariablen entweder gleichsinnig oder mit gegenläufiger Tendenz verändern. Im letzteren Fall drücken die Güteattribute Zielkonflikte aus, weshalb man sie auch konfligierend nennt. Gibt es eine gewisse Anzahl von Güteattributen und ebenso vielen Steuervariablen, so kann man die Optimierungsaufgabe als ein Spiel auffassen, das zwischen dieser Anzahl miteinander in Konkurrenz befindlichen Teilnehmern ausgetragen wird.

Man spricht von *kooperativen* Spielen, wenn es möglich ist, ein skalarwertiges globales Gütefunktional zu konstruieren, das von allen Teilnehmern als Kompromissformel anerkannt wird. Wesentliches Merkmal kooperativer Spiele ist der Austausch von Information zwischen den Teilnehmern. Die Entscheidungen werden im Verbund getroffen und sind deshalb den Beteiligten von vorneherein bekannt. Somit besteht bei kooperativen Spielen keine Notwendigkeit, die Entscheidungen von irgendwelchen zusätzlichen Informationen abhängig sein zu lassen. Die steuernden Eingriffe erfolgen entsprechend der Struktur offener Steuerketten.

Bei *nichtkooperativen* Spielen befinden sich die Teilnehmer in einer strikten Konkurrenzsituation, in der keine Information über gegenwärtige oder zukünftige Entscheidungen direkt ausgetauscht wird. Deshalb gibt es auch keine gemeinsame Kompromissformel. Vielmehr verhält sich jeder Teilnehmer egoistisch in dem Sinne, dass er oder sie bestrebt sind, durch die Wahl seines bzw. ihres steuernden Eingriffs das lokale Güteattribut unabhängig von gegenwärtigen oder zukünftigen Entscheidungen der anderen Teilnehmer zu optimieren. Die einzige Möglichkeit, dann Information über das Verhalten der anderen Teilnehmer zu erlangen, besteht darin, den Zustand und den Verlauf des Spiels zu beobachten. Das bedeutet, dass die steuernden Eingriffe der Teilnehmer die Gestalt von Reglergesetzen annehmen, die von dem momentanen

Gesamtzustand des Spiels abhängen. In diesem Fall bezeichnet man die steuernden Eingriffe als Strategien.



Spiel mit vier Teilnehmern (Güteattribute q_1 bis q_4 , Steuervariable u_1 bis u_4)

Eine der berühmtesten Spielsituationen, die unmittelbar mit Kooperativität zu tun hat, ist die folgende (Novak, 2006): Zwei Leute sind verdächtig, zusammen ein Verbrechen begangen zu haben. Die Verdächtigen sind in verschiedenen Räumen eingesperrt und können nicht miteinander reden. Die Polizei hat keine ausreichenden Beweise, um ein Gericht von der Schuld der Verdächtigen zu überzeugen. Der Staatsanwalt schlägt jedem der beiden Verdächtigen einen Handel vor: wenn er seine Tat gesteht und Zeuge der Anklage wird, so kommst er ohne Gefängnisstrafe davon. Gesteht also der eine Gefangene, während der andere schweigt, kommt ersterer sofort frei und letzterer erhält zehn Jahre Gefängnis. Gestehen beide, verkürzt sich die Gefängnisstrafe für beide auf sieben Jahre. Gesteht keiner von beiden (und verhalten sich beide in diesem Sinne kooperativ), kommen beide mit einer einjährigen Gefängnisstrafe davon. Die „Auszahlungsmatrix“ lautet (die erste Zahl gilt für den Zeilenspieler, die zweite für den Spaltenspieler):

Miä Lääwaafn

	Schweigen	Bekennen
Schweigen	-1/-1	-10/0
Bekennen	0/-10	-7/-7

Kooperieren beide, indem sie schweigen, erhalten sie beide nur ein Jahr Gefängnis. Schweigt der Zeilenspieler, und bekennt der andere, der Spaltenspieler, so erhält der Zeilenspieler zehn Jahre Gefängnis, während der Spaltenspieler freigelassen wird. Bekennt der Zeilenspieler, während der Spaltenspieler schweigt, wird der Zeilenspieler freigelassen und der Spaltenspieler erhält zehn Jahre Gefängnis. Bekennen beide, so erhalten beide sieben Jahre Gefängnis. Die Frage ist: was sollen sie tun? Das Dilemma besteht für rationale Spieler (d.h. Spieler, die ihren individuellen Gewinn zu maximieren trachten) darin, dass sie beide bekennen müssten, obwohl ihr Schweigen für sie *beide zusammen* eine „höhere Auszahlung“, d.h. eine geringere Strafe einbrächte. Zu kooperieren hingegen wäre „irrational“ – jedenfalls für den einzelnen.

Man kann Spiele mit den beiden Strategien C und D vereinfachend durch die Auszahlungsmatrix

$$\begin{array}{c}
 C \quad D \\
 C \begin{bmatrix} a & b \end{bmatrix} \\
 D \begin{bmatrix} c & d \end{bmatrix}
 \end{array}$$

beschreiben, die wie folgt zu lesen ist: die Strategie C erhält die Auszahlung a , wenn sie gegen C spielt; C erhält die Auszahlung b , wenn sie gegen D spielt; D erhält die Auszahlung c , wenn sie gegen C spielt; D erhält die Auszahlung d , wenn sie gegen D spielt. Das Spiel ist vom Typ „Gefangenen-Dilemma“, wenn die Ungleichung $c > a > d > b$ gilt; C steht dann für Kooperation (cooperation) und D für Verrat (defection).

In einem von Axelrod in den 1980er Jahren durchgeführten Computerturnier, bei dem das Spiel beliebig oft wiederholt werden konnte („ite-

rated prisoner's dilemma game“), sollte auf experimentellem Weg geklärt werden, ob es kooperative Strategien gibt, die sich gegen egoistische Gewinnmaximierung durchzusetzen vermögen (Axelrod, 1984). Gewinner in den beiden Runden des Turniers war das zugleich kürzeste Programm, das A. Rapoport einsandte und das auf dem Prinzip „Tit-for-tat“ beruhte: bei dem ersten Zug wählt es immer die kooperative Strategie C , vom nächsten Zug an macht es genau das, was der Gegenspieler in seinem letzten Gegenzug gewählt hat.

Angenommen, der Gegenspieler wählt immer D , dann würde die Folge der Strategien der beiden Spieler wie folgt lauten:

TFT: $C \ D \ D \ D \ D \ D \ D \ \dots$
 ALD: $D \ D \ D \ D \ D \ D \ D \ \dots$

(TFT: „Tit-for-tat“-Strategie, ALD: “always defect“-Strategie). Die Auszahlungsmatrix für die beiden Spielstrategien ist nach m Runden:

$$\begin{array}{cc} & \text{TFT} & \text{ALD} \\ \text{TFT} & \left[\begin{array}{cc} ma & b+(m-1)d \end{array} \right] \\ \text{ALD} & \left[\begin{array}{cc} c+(m-1)d & md \end{array} \right] \end{array}$$

Mit der für das Gefangenendilemma charakteristischen Ungleichung $c > a > d > b$ lässt sich für $ma > c+(m-1)d$ zeigen, dass TFT eine optimale Strategie ist. Folgen also beide Spieler dieser Regel, kann keiner der beiden sich durch Umschalten auf ALD verbessern.

In der Ausdrucksweise der Evolutionsdynamik spricht man auch davon, dass, wenn die gesamte Population TFT benutzt, ALD sich in dieser Population nicht durchsetzen kann und ALD-Spieler in eine solche Population nicht eindringen (invade) können: die Selektion widersetzt sich ALD bei niedriger Häufigkeit. TFT ist in diesem Sinne stabil gegenüber einer Invasion durch ALD, sobald die Anzahl m der Runden den kritischen Wert $m > (c-d)/(a-d)$ überschreitet. Mit den von Axelrod (1984) gewählten Werten $a = 3$, $b = 0$, $c = 5$ und $d = 1$ muss demnach

Miä Lääwaafn

$m > 2$ sein. Wenden erst einmal beide Spieler TFT an, so lautet die Strategiefolge für beide Spieler:

TFT: C C C C C C C ...
TFT: C C C C C C C ...

Doch wie soll der Weg zur Übernahme der TFT-Strategie und zur Durchsetzung der Kooperativität durch alle Teilnehmer vonstattengehen?

Die Spieltheorie beruht auf der Annahme, dass die Teilnehmer ihre Züge, d.h. ihre Wahl einer Spielalternative, rational ausführen. Der Grund hierfür ist nicht etwa der, dass Spieltheoretiker diese Annahme rationalen Verhaltens für besonders realistisch halten würden, sondern weil es den Vorteil der Deduktion nutzt (eine wichtige Alternative hierzu wäre die Annahme adaptiven Verhaltens, das auf individuellem Lernen oder aber auch auf der Grundlage von Mutation und Selektion eines ganzen Kollektivs beruhen kann). Axelrod entwickelte hierfür einen genetischen Algorithmus, für den zunächst eine Menge zulässiger Zeichenfolgen definiert wurde, deren Anwendung dann in jeder Generation zu bewerten war. Aus den vergleichsweise erfolgreichen Strategien wurden Nachkommen erzeugt, die eine gewisse Ähnlichkeit mit den jeweiligen Eltern aufwiesen und in der Folgegeneration ihren genetischen Code beim Spiel anwandten (Axelrod, 1997).

Angenommen, die Strategien sind deterministisch und nutzen die Ergebnisse der letzten drei Züge. Bei jedem Zug sind vier Ergebnisse möglich, nämlich *CC*, *CD*, *DC* und *DD*, so dass es für die letzten drei Züge $4^3 = 64$ mögliche Verläufe gibt. Somit besteht eine Strategie darin zu bestimmen, welcher Zug bei jedem dieser 64 Verläufe zu wählen ist. Dementsprechend besteht das „genetische Material“ aus einer Liste mit 64 *C*'s oder *D*'s, je nach Reaktion auf jeweils einen der 64 möglichen Verläufe. Um bei Spielbeginn mit einer Strategie starten zu können, ist es darüber hinaus erforderlich, Anfangsannahmen über die drei hypothetischen Züge zu treffen, die dem Spielstart vorausgegangen

sind. Hierzu sind weitere 6 Gene erforderlich, so dass das Chromosom aus 70 Genen besteht. Auf diese Weise können $2^{70} \approx 1.18 \cdot 10^{21}$ verschiedene Strategien codiert werden. Es versteht sich von selbst, dass ein Durchmustern der Strategien (etwa zur Optimierung durch vollständige Enumeration) bei einer solchen Vielzahl von Möglichkeiten nicht möglich ist. Selbst wenn man eine Milliarde Züge pro Sekunde, also 10^9 erzeugen und bewerten könnte, wäre man bei 150 Spielwiederholungen über 5.6 Millionen Jahre damit beschäftigt, die beste Strategie zu finden. Es bietet sich deshalb an, genetische Algorithmen zu benutzen.

Das genetische Material wurde durch Crossover mit anschließender Mutation verändert. Hat beispielsweise eines der Eltern als Chromosom 70 *C*'s, das andere 70 *D*'s (das eine Elter kooperiert immer, unabhängig davon, welche Vorgeschichte vorliegt; das andere verhält sich immer unkooperativ, ebenfalls unabhängig von der Vorgeschichte). Beim Crossover werden dann eine oder mehrere Stellen ausgewählt, an denen die Elternchromosomen aufgebrochen werden, um die Nachkommen (bei Axelrods Experiment zwei Nachkommen) zu synthetisieren, die somit das genetische Material beider Eltern erhalten. Würde also beispielsweise das Chromosom nach dem dritten Gen aufgebrochen, so hätte der eine Nachkomme drei *C*'s, gefolgt von 67 *D*'s, der andere Nachkomme drei *D*'s, gefolgt von 67 *C*'s. Mit der hieran anschließenden Mutation, die zufällig in der Nachkommenschaft auftreten und für eine gewisse Varietät sorgen soll, wird an ganz wenigen Stellen ein *C* gegen ein *D* oder umgekehrt ausgetauscht.

Das Experiment mit dem genetischen Algorithmus wurde über 50 Generationen hin durchgeführt; jede Generation bestand aus 20 Individuen mit jeweils 8 Repräsentanten. Das iterierte Gefangenendilemma-Spiel ging jeweils über 151 Runden (entsprechend der mittleren Anzahl von Runden bei dem zuvor erwähnten Computerturnier), so dass pro Generation ca. 24000 Züge auszuführen waren. Als Gütemaß diente die Summe der Auszahlungen an das betreffende Individuum im Verlauf

Miä Lääwaafn

der 151 Runden, d.h. bei ständiger Kooperation beider Spieler $ma = 151 \cdot 3 = 453$ Punkte. Die Ergebnisse erbrachten das bemerkenswerte Ergebnis, dass die durch den genetischen Algorithmus sich entwickelnden Populationen im Mittel ähnlich erfolgreich waren wie der TFT-Algorithmus, der bei dem Computerturnier gewonnen hatte. Tatsächlich ähnelten die meisten der Strategien auch der des TFT-Algorithmus (Axelrod, 1997).

Einen anderen, nämlich den deduktiven Weg beschreitet Nowak (2006) mit seinem Ansatz, die Wirkung schwacher Selektion in Populationen endlicher Größe zu analysieren. Unter Selektionsintensität ist dabei der Einfluss der Auszahlungsmatrix auf die Gesamtfitness eines Individuums zu verstehen. Ist dieser Einfluss groß, spricht man von starker Selektion, ist er dagegen gering, spricht man von schwacher Selektion.

Den Hintergrund hierfür liefert die Darstellung evolutionärer Spiele mit Hilfe der sogenannten Replikatorodynamik. Angenommen, zwei Strategien A und B spielen gegeneinander ein Spiel mit der Auszahlungsmatrix

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} A & B \end{array} \\ \begin{array}{c} A \\ B \end{array} & \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \end{array}$$

Mit x_A werde die relative Häufigkeit von Strategie A und mit x_B die von B bezeichnet, d.h. es gilt $x_A + x_B = 1$. Interpretiert man nun die mit den Häufigkeiten x_A und x_B gewichteten Auszahlungen $f_A = a x_A + b x_B$ und $f_B = c x_A + d x_B$ als individuelle Fitness der betreffenden Strategie, so liegt es nah, die zeitliche Entwicklung der relativen Häufigkeiten als Wechselspiel zwischen individueller Fitness und mittlerer Gesamtfitness $\phi = x_A f_A + x_B f_B$ zu interpretieren, so dass man $\dot{x}_A = x_A (f_A - \phi)$, $\dot{x}_B = x_B (f_B - \phi)$ erhält. Mit $x_A = x$ und $x_B = 1 - x$ würde sich dann ergeben: $\dot{x} = x(1-x)(f_A(x) - f_B(x)) = x(1-x)((a-b-c+d)x + b-d)$.

Hierbei sind fünf Fälle denkbar:

- (i) A dominiert B , wenn $a > c$ und $b > d$;
- (ii) B dominiert A , wenn $a < c$ und $b < d$;
- (iii) A und B sind bistabil, wenn $a > c$ und $b < d$;
- (iv) A und B koexistieren stabil, wenn $a < c$ und $b > d$;
- (v) A und B sind neutral, wenn $a = c$ und $b = d$.

Im Falle des Gefangenendilemma-Spiels mit $c > a > d > b$ wird demnach die Strategie A durch die Strategie B dominiert. Spielen beide Spieler Strategie A , kann einer der beiden seine Auszahlung verbessern, indem er zu Strategie B wechselt. Spielen beide Strategie B , kann keiner durch Wechsel nach A seine Auszahlung verbessern. Man spricht dann von einem Nash-Gleichgewicht.

Die Gesamtpopulation soll nun aus N Individuen bestehen. Die Anzahl der A -Individuen sei i , dementsprechend die Anzahl der B -Individuen $N - i$. Die erwarteten Auszahlungen lassen sich dann durch die Funktionen $F_i = (a(i - 1) + b(N - i))/(N - 1)$ und $G_i = (ci + d(N - i - 1))/(N - 1)$ bestimmen. Dabei ist $(i - 1)/(N - 1)$ die Wahrscheinlichkeit, dass ein A -Individuum auf ein anderes A -Individuum trifft, $(N - i)/(N - 1)$ ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein A -Individuum auf ein B -Individuum trifft, $i/(N - 1)$ ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein B -Individuum auf ein A -Individuum trifft, und schließlich ist $(N - i - 1)/(N - 1)$ die Wahrscheinlichkeit, dass ein B -Individuum auf ein anderes B -Individuum trifft. Hierfür werden die Fitnessformeln $f_i = 1 - w + wF_i$, $g_i = 1 - w + wG_i$ für Strategie A bzw. B modifiziert, mit denen sich zugleich die Intensität der Selektion w (eine Zahl zwischen 0 und 1) ausdrücken lässt. Ist die Intensität $w = 0$, liefert das Spiel keinen Beitrag zur Fitness; ist hingegen die Intensität $w = 1$, so ist die Selektion stark und die Fitness wird vollständig durch die erwartete Auszahlung bestimmt.

Die Wahrscheinlichkeit ρ_A , dass A die gesamte Population übernimmt (sog. Fixationswahrscheinlichkeit von A) ist für schwache Selektion $w \rightarrow 0$ ungefähr

Miä Lääwaafn

$$\rho_A \approx \frac{1}{1 - (\alpha N - \beta)w/6}$$

mit $\alpha = a + 2b - c - 2d$ und $\beta = 2a + b + c - 4d$. Ist $\rho_A > 1/N$ oder gleichbedeutend damit $\alpha N > \beta$, dann bevorzugt die Selektion die Fixation von A. Bei großen, aber endlichen Populationen mit N Individuen entspricht diese Ungleichung der Bedingung $a + 2b > c + 2d$. Angenommen, es handelt sich um ein Spiel mit $a > c$ und $b < d$ (entspricht dem oben betrachteten bistabilen Fall (iii), und *nicht* den Bedingungen des Gefangenendilemmas), dann gibt es einen instabilen Gleichgewichtspunkt x_e , bei dem $F_i = G_i$ ist:

$$x_e = \frac{d - b}{a - b - c + d}$$

Die Ungleichung $a + 2b > c + 2d$ bedeutet dann, angewandt auf diesen instabilen Gleichgewichtspunkt: $x_e < 1/3$. Tritt also das Gleichgewicht x_e bei einer relativen Häufigkeit von A auf, die kleiner als $1/3$ ist, dann ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein einzelner A-Mutant die gesamte B-Population übernimmt, größer als $1/N$.

Angewandt auf die TFT-Strategie beim iterierten Gefangenendilemma-Spiel hält Nowak (2006) als Ergebnis fest: In einer endlichen Population kann die Fixationswahrscheinlichkeit ρ_{TFT} eines einzelnen TFT-Mutanten in einer Population, die ansonsten nur aus ALD-Individuen besteht, größer als $1/N$ sein und erfüllt dann die Bedingung einer möglichen Umwandlung der gesamten Population in lauter TFT-Spieler. Dies ist dann der Fall, wenn das Gleichgewicht x_e (die Invasionsbarriere) kleiner als $1/3$ ist. Diese Bedingung lässt sich bei dem iterierten Gefangenendilemma-Spiel leicht erfüllen.

Zur Begründung genügt ein Blick auf die Auszahlungsmatrix

	TFT	ALD
TFT	ma	$b + (m-1)d$
ALD	$c + (m-1)d$	md

mit $c > a > d > b$, für die es eine kritische Rundenzahl gibt, bei deren Überschreiten TFT nicht länger mehr durch ALD dominiert wird. Kombiniert man die Auszahlungsmatrix mit der Bedingung, dass die Fixationswahrscheinlichkeit $\rho_{\text{TFT}} > 1/N$ ist, erhält man für hinreichend große Populationen mit N Individuen die Bedingung:

$$m > \frac{c + d - b}{a - d}$$

d.h. mit den Zahlenwerten $a = 3, b = 0, c = 5$ und $d = 1$ von Axelrods Computerturnieren werden $m > 3$ Runden benötigt. Die Bedingung, dass das Gleichgewicht $x_e < 1/3$ ist, lässt sich im Falle des Gefangenendilemmas ohne weiteres erfüllen. Spielen aber erst einmal alle Individuen die TFT-Strategie, dann setzt sich die Kooperation durch. Es sei denn, einem der TFT-spielenden Individuen unterläuft ein Fehler und es spielt versehentlich D statt C . Dann würde dessen Opponent ebenfalls auf D umschalten, woraufhin beide in die Rolle von ALD-Spielern versinken würden. Es zeigt sich bei solcherart gestörten Spielen, dass kooperatives Verhalten von Strategien repräsentiert wird, die von TFT etwas abweichen und als GTFT (Generous Tit-for-Tat), CTFT (Contrite Tit-for-Tat) oder Win-Stay, Lose-Shift bezeichnet werden. Hierbei wird entweder der TFT-Strategie ein Störprozess überlagert (GTFT, CTFT), oder ihr Gedächtnis wird auf den letzten Zug eingeschränkt (Axelrod, 1997; Nowak, 2006). Beides hindert die Strategien daran, in bestimmten Rollen zu verharren.

Miä Lääwaafn

Der diskrete Charme der Wechselwirkung

*Zu bemerken ist noch, dass Hegel
in der Enzyklopädie die Unzulänglichkeit
und Hohlheit des bloßen Begriffs der
„Wechselwirkung“ unterstreicht
(Lenin, Hegel-Konspekt)*

Ich finde nicht, dass der bloße Begriff der „Wechselwirkung“ von nichts als Unzulänglichkeit und Hohlheit zeugt, wie Lenin in seinem Konspekt zu Hegels Logik notiert. Seitdem sind nämlich über 100 Jahre ins Land gegangen, in deren Verlauf eben dieser Begriff die Wissenschaften geradezu revolutionierte. Hegel selbst ortet den Begriff „Wechselwirkung“ an der nicht ganz unwichtigen Schwelle, an der die Wirklichkeit in den Begriff übergeht: am Übergang vom Reich der Möglichkeiten ins Reich der Notwendigkeit und von da ab letztlich ins Reich der Freiheit.

Ein solcher Übergang vom Wirklichen ins Begriffliche heißt nichts anderes, als eine komplette Erkenntnistheorie ausbreiten zu müssen – im vorliegenden Fall also die hegelsche oder dialektische Erkenntnistheorie. Nichts mehr und nichts weniger. Deren Schritte lauten bei Hegel: Wirklichkeit – Möglichkeit und Zufall – Notwendigkeit – Substantialität – Kausalität – Wechselwirkung – Begriff. Dies sind sieben Schritte und ein solches Sieben-Schritte-Muster ist, wie uns der schweizer Mathematiker Andreas Speiser versichert, weitaus typischer für Hegels Denken als der Dreiertakt, den Hegel uns zu erkennen vorgibt.

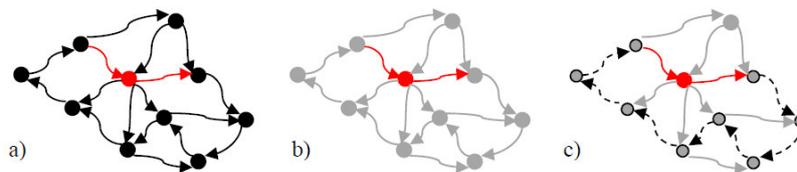
Schon beim Kausalitätsverhältnis offenbart Hegel wie gewohnt seine recht eigentümliche Sicht der Verhältnisse. Ursache und Wirkung seien im Grunde genommen ein und dasselbe, sagt er, da nichts in der Wirkung ist, was nicht bereits in der Ursache angelegt oder „gesetzt“ ge-

wesen, und umgekehrt. „Ursache und Wirkung (sind) ergo nur Momente der weltumfassenden wechselseitigen Abhängigkeit, des (universellen) Zusammenhangs, der wechselseitigen Verkettung der Ereignisse, nur Glieder in der Kette der Entwicklung der Materie“, notiert Lenin an entsprechender Stelle.

Erst in der Wechselwirkung gelangt die Kausalität zu ihrer wahrhaften Bestimmung, schreibt Hegel; erst in ihr ist der Progress von Ursachen und Wirkungen ins Unendliche als Progress „auf wahrhafte Weise aufgehoben, indem das geradlinige Hinausgehen von Ursachen zu Wirkungen und von Wirkungen zu Ursachen in sich um- und zurückgebogen ist. ... Die Wechselwirkung ist die Wahrheit der Kausalität.“

Im – wiederum nur mit Mühen auffindbaren – Zusatz zu § 156 der Enzyklopädie lesen wir: „Die Wechselwirkung ist das Kausalitätsverhältnis in seiner vollständigen Entwicklung gesetzt, und dies Verhältnis ist es dann auch, zu welchem die Reflexion ihre Zuflucht zu nehmen pflegt, wenn sich ihr die Betrachtung der Dinge unter dem Gesichtspunkt der Kausalität, um des vorher erwähnten unendlichen Progresses willen, nicht als genügend erweist.“

Das sollte fürs erste des Zitierens genug sein. Schließlich interessiert uns nicht die hegelsche Erkenntnistheorie, sondern nur das „Ärgernis“ des Wechselwirkungsbegriffs. Wollen wir nun weiter zusehen, wohin uns das führt!

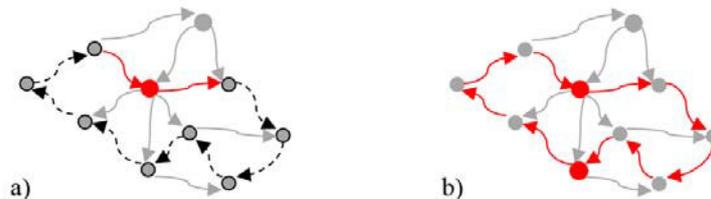


Geflecht von Kausalitätsbeziehungen: a) Gesamtheit der wechselweisen Beziehungen, b) einzelne Kausalitätsbeziehung, c) mit parasitärer Rückwirkung

Was haben wir da? Wir betrachten ein Geflecht von Kausalitätsbeziehungen, symbolisiert durch Punkte. Die Pfeile, die in einem solchen

Punkt enden, betrachten wir vorläufig als Ursachen dieser einen Kausalitätsbeziehung; die Pfeile aus einem Punkt heraus beschreiben die jeweilige Wirkung. Es ist offensichtlich, dass in den meisten Fällen die Ursachen dieser einen Kausalitätsbeziehung zugleich Wirkungen einer anderen sind.

Selbstverständlich sind wir frei, irgendeine der Kausalitätsbeziehungen herausgehoben vor den anderen als Ursache-Wirkungs-Paarung zu betrachten (oben rot markiert). Aber in den meisten Fällen wird es unvermeidlich sein, dass – unter Umständen auf verborgenen Pfaden – unerwünschte, gewissermaßen „parasitäre“ Rückwirkungen sich bemerkbar machen. Diese Rückwirkungen bewirken zudem, dass selbst bei einzelnen, isoliert betrachteten Kausalbeziehungen Ursachen zugleich Wirkungen und Wirkungen zugleich Ursachen sein können.

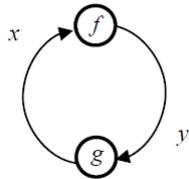


Kausalbeziehung mit a) Rückwirkung und b) Wechselwirkung

Ein solches Geflecht von Kausalbeziehungen wird auch Netz genannt; es besteht aus Knoten, die durch Kanten miteinander verbunden sind. Die Knoten kennzeichnen die Ursache-Wirkungs-Beziehung, und die – in unserem Fall gerichteten – Kanten symbolisieren Ursachen und Wirkungen, je nachdem, ob sie in Knoten hinein- oder aus ihnen herausweisen. Unerwünschte Rückwirkungen treten immer dann auf, wenn das Geflecht oder Netz rückwärts gerichtete (*rekurrente*) Kanten aufweist. Bei Auftreten von Rückwirkungen können kreisförmig geschlossene Strukturen entstehen, in denen die Ursachen zu Wirkungen und die Wirkungen zu Ursachen werden.

Wenn wir zu der anfangs ausgewählten Kausalbeziehung irgendeine

weitere aus der Menge der kreisförmig miteinander verbundenen Kausalbeziehungen auswählen, erhalten wir zwei Ursache-Wirkungs-Paare, die miteinander in Wechselwirkung stehen.



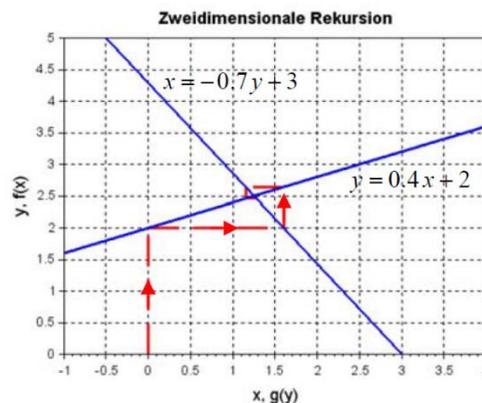
Ursache-Wirkungs-Paare in Wechselwirkung

Wenn wir die Ursache-Wirkungs-Beziehungen in Form von Funktionen notieren, so erhalten wir die beiden Gleichungen $y = f(x)$ bzw. $x = g(y)$. Setzen wir in jede der beiden Gleichungen die jeweils andere ein, so haben wir die Beziehungen $y = f(g(y)) = F(y)$ und $x = g(f(x)) = G(x)$. In beiden Fällen entstehen Funktionen, bei denen die eigentlich als Unabhängige angenommene Variable, das Argument der Funktion also, gewissermaßen von sich selbst abhängt (*Selbstreferentialität*).

Mathematisch entsteht infolge der Wechselwirkung eine äußerst pikante Situation. Eine Funktion ist nämlich normalerweise dadurch gekennzeichnet, dass durch sie unabhängig vorgebbare Variablen x mit hiervon abhängigen Variablen y verknüpft werden: $y = f(x)$. Wenn sich nun die unabhängigen Variablen als von sich selbst abhängig erweisen, spricht man in der Mathematik von „Fixpunktproblemen“; das Gleichheitszeichen gilt dann streng genommen nur für bestimmte Werte $x = x_e$, eben für die Fixpunkte. In der praktischen Mathematik ist es üblich, solche Fixpunktprobleme *rekursiv* oder *iterativ* zu lösen. Das heißt, eine Funktion wie $x = G(x)$ wird schrittweise durch $x_{k+1} = G(x_k)$ gelöst, wobei die Indizes k und $k + 1$ den jeweiligen Schritt angeben. Man kann auch sagen, in $x_{k+1} = G(x_k)$ erhält man den neuen Wert x_{k+1} , indem man den alten Wert x_k auf der rechten Seite der Gleichung einsetzt und $G(x_k)$ berechnet.

Während die Gleichung $x = G(x)$ zunächst nur für den zugehörigen Fixpunkt x_e in strengem Sinne gültig ist (d.h. das Gleichheitszeichen $=$ hat dann die Bedeutung einer Äquivalenzrelation \equiv), ändert sich nunmehr die Bedeutung des Zeichens $=$. Aus der Äquivalenzrelation wird eine Zuordnungsvorschrift. Da der Index von 0 bis (theoretisch) Unendlich laufen kann, ist es darüber hinaus sinnvoll, danach zu fragen, ob für die hierbei entstehende unendliche Folge $\{x_k\}$ ein Grenzwert x_e existiert. Falls dies der Fall ist, sprechen wir davon, dass die Folge *konvergent* ist. Der Grenzwert x_e ist dann offensichtlich zugleich die Lösung des numerischen Fixpunktproblems.

Wir können Wechselwirkungen, wie sie durch die Gleichungen $y = f(x)$, $x = g(y)$ ausgedrückt werden, auch direkt zu Leibe rücken. Hierzu stellen wir sie uns als vektorielle Funktionen vor, die wir rekursiv lösen.



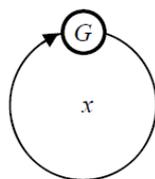
Konvergierende Lösung zweier wechselwirkender linearer Funktionen

Die Frage nach der Konvergenz der rekursiven Folge ist, wie noch zu zeigen sein wird, identisch mit der nach der Stabilität des vektoriellen Fixpunkts (x_e, y_e) . Woran kann man sich bei der Beantwortung einer solch wichtigen Frage orientieren? Man müsste, so die Antwort, nachweisen können, dass die Abstände zwischen benachbarten Gliedern der

Miä Lääwaafn

Rekursionsfolge immer kleiner werden, bis sie schließlich in der Umgebung von (x_e, y_e) gegen Null streben. Des weiteren stellt sich die Frage, ob die Alternative Konvergenz/Divergenz die einzigen Möglichkeiten in sich birgt, wie sich die Wechselwirkung im Laufe der Zeit entwickeln kann. Die Antwort hierauf lautet: nein, dies sind nicht die einzigen Möglichkeiten. Bei rekursiven Gleichungen, deren Lösungen beschränkt sind und deren Fixpunkte durchwegs Repelloren sind, sind die Lösungen *chaotisch*. Das heißt, ihr Verhalten resultiert zwar aus rein deterministischen Zusammenhängen, ist aber trotzdem ziemlich eratisch und praktisch nicht mehr vorhersagbar.

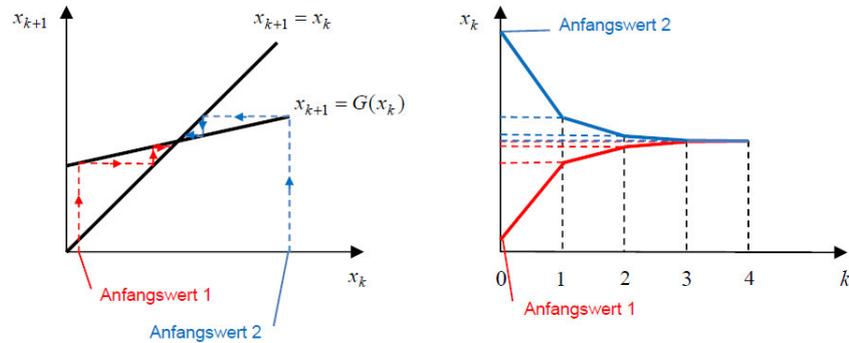
Rekapitulieren wir nochmal: Kausalbeziehungen führen zum Auftreten von Wechselwirkungen; aus Wechselwirkungen werden *selbstreferentielle* Beziehungen oder Funktionen. Selbstreferentielle Beziehungen oder Funktionen bilden den Kristallisationskeim für dynamisches Verhalten. Statt weiter über selbstreferentielle Beziehungen oder Funktionen zu sprechen, wollen wir nun unser Augenmerk auf Rückführungen oder Rückkopplungen richten.



Überführung der Wechselwirkung in eine selbstreferentielle Funktion

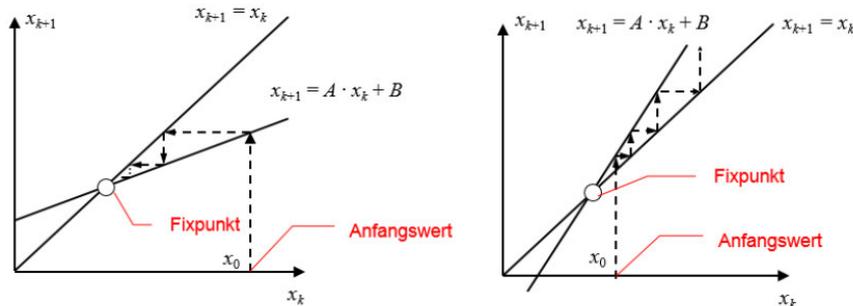
Wie bereits erwähnt, kann jede Wechselwirkung in eine Rückkopplungsstruktur überführt werden, indem die beiden wechselwirkenden Funktionen zu einer einzigen Funktion verschmolzen werden. So wird aus den beiden Gleichungen $y = f(x)$ und $x = g(y)$ der Wechselwirkung wahlweise $y = f(g(y)) = F(y)$ oder $x = g(f(x)) = G(x)$. Angenommen, wir einigen uns auf $x = g(f(x)) = G(x)$, so lässt sich das dieser Gleichung innewohnende Fixpunktproblem rekursiv lösen, indem man $x_{k+1} = G(x_k)$ setzt. Derartige Rekursionen können wir wie folgt graphisch interpretieren.

Der diskrete Charme der Wechselwirkung



Pseudo-Phasenportrait (links) und Zeitverläufe (rechts) einer Rückkopplungsstruktur

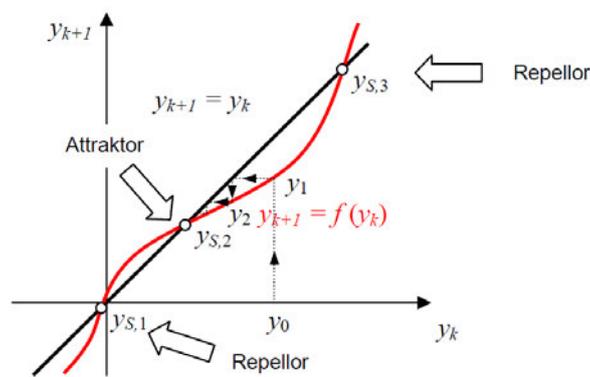
Der Ablauf gestaltet sich also so: statt eines zweidimensionalen Phasenportraits, das aus zwei Variablen gebildet werden müsste, können wir nur ein sogenanntes Pseudo-Phasenportrait für die Variablen x_k und x_{k+1} zeichnen. In dieses tragen wir den Graphen der selbstreferentiellen Gleichung $x_{k+1} = G(x_k)$ ein. Zusätzlich zeichnen wir die Winkelhalbierende $x_{k+1} = x_k$, an der beide Variablen x_k und x_{k+1} gleich sind.



Attraktor (links) und Repellor (rechts) der linearen Rekursion $x_{k+1} = A \cdot x_k + B$

Dies interpretieren wir bei der graphischen Durchführung der Rekursion in der Weise, dass an jener Winkelhalbierenden die Umspeicherung „alter Wert = neuer Wert“ vorgenommen wird, wobei „alter

Wert“ x_k und „neuer Wert“ der zuletzt bestimmte Wert von x_{k+1} ist. Aus dieser Anschauung heraus ergeben sich auch sogleich wichtige Aussagen hinsichtlich der Stabilität des Fixpunkts: Wenn die Steigung der Rekursionskurve im Fixpunkt betragsmäßig kleiner als 1 ist, so liegt ein stabiler Fixpunkt (Attraktor) vor; ist die Steigung betragsmäßig größer als 1, so ist der Fixpunkt instabil (Repellor).

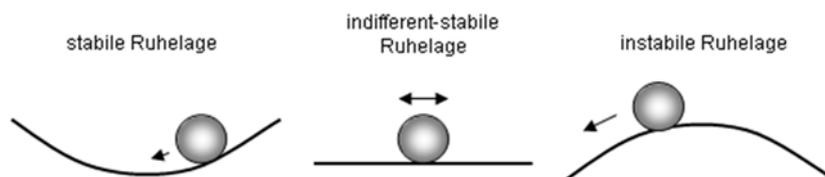


Stabilität der Fixpunkte nichtlinearer Rekursionen $y_{k+1} = f(y_k)$

Beide Aussagen lassen sich sogar für beliebige nichtlineare Rekursionen $y_{k+1} = f(y_k)$ verallgemeinern, wie sich ebenfalls durch Anschauung erschließen lässt. Außerdem gilt diese Aussage nicht nur für Funktionen mit positiver Steigung, sondern lässt sich ganz allgemein formulieren: der Fixpunkt $x_e = f(x_e)$ einer beliebigen Funktion ist genau dann stabil, wenn die Steigung der Funktion im Fixpunkt betragsmäßig kleiner als 1 ist.

Bis jetzt haben wir die Konsequenzen wechselwirkender Kausalbeziehungen nur vom mathematisch-instrumentellen Standpunkt aus betrachtet. Tatsächlich geht aber die Bedeutung von Wechselwirkungen darüber weit hinaus. Wir werden nämlich erkennen, dass Wechselwirkungen für das Zustandekommen dynamischer Prozesse und Systeme, von Dynamik überhaupt unverzichtbar sind.

Das Rückkopplungsprinzip führt uns unweigerlich zu dynamischen Prozessen. Hierunter verstehen wir Vorgänge, bei denen die Werte der Prozessgrößen zu verschiedenen Zeitpunkten und an verschiedenen Orten voneinander abhängen. Hierbei beeinflussen grundsätzlich immer zeitlich vorhergehende Werte die zeitlich nachfolgenden. Aus Gründen der Kausalität können nämlich zeitlich nachfolgende Werte der Prozessgrößen niemals vorhergehende beeinflussen. Wie bereits bei den aus Rekursionen resultierenden Folgen stellt sich die Frage nach der Konvergenz bei dynamischen Prozessen nunmehr ganz allgemein. Bei hierauf basierenden Systemen sprechen wir dann auch von *Stabilität*. Aus der Schulphysik ist bekannt, dass sich dies in verschiedenen Gleichgewichtszuständen abspielen kann. Diese Gleichgewichtszustände nennt man auch Ruhelagen.

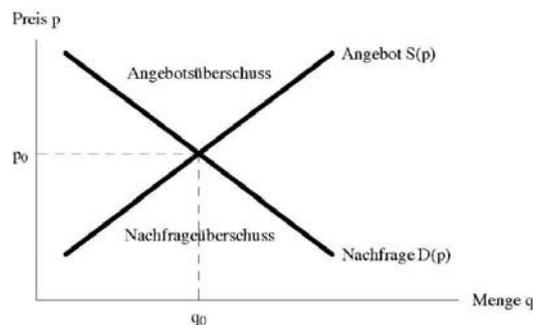


Gleichgewichtszustände (Ruhelagen) in der Schulphysik

In der herrschenden Volkswirtschaftslehre wird ausgiebig Gebrauch von einer graphischen Darstellung gemacht, die auf Alfred Marshall (1842 – 1924) zurückgeht: das nach ihm benannte Marshall-Kreuz. Dem Hamburger Mathematiker Claus Peter Ortlieb zufolge liegen dem Modell folgende Annahmen zugrunde: 1) es handelt sich um einen Markt für eine einzelne, homogene Ware, auf dem sich Anbieter (Produzenten) und Nachfrager (Konsumenten) gegenüberstehen; 2) es herrscht vollständige Konkurrenz, d.h. die Marktteilnehmer sind so zahlreich und ökonomisch unbedeutend, dass sie den Marktpreis nicht beeinflussen können – sie reagieren auf ihn als Mengenanpasser; 3) das Angebot $S = S(p)$ und die Nachfrage $D = D(p)$ sind Funktionen nur des Preises, alle anderen Einflussfaktoren sind konstant (*Ceteris-paribus*-

Miä Lääwaafn

Klausel); 4) die Nachfragefunktion $D(p)$ ist monoton fallend: je geringer der Preis, desto höher die Nachfrage; 5) die Angebotsfunktion $S(p)$ ist monoton steigend: je höher der Preis, desto mehr wird geboten; 6) es existiert ein Gleichgewichtspreis p_0 und eine zugehörige Gleichgewichtsmenge q_0 mit $q_0 = S(p_0) = D(p_0)$.

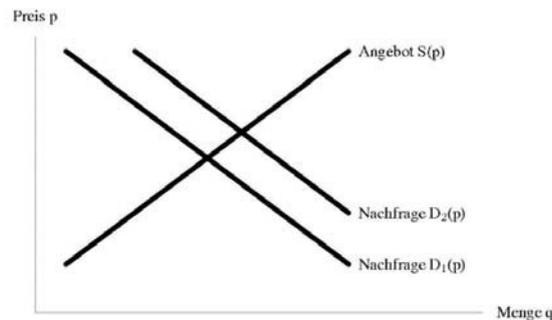


Marshall-Kreuz: Modell eines einfachen Marktes (Ortlieb, 2004)

Änderungen im Markt, der sich ja stets im Gleichgewicht befindet, sollen sich nun nach der herrschenden Doktrin der Volkswirtschaftslehre wie folgt vollziehen: wenn sich die Nachfrage erhöht, ergibt sich ein höherer Marktpreis; verringert sich die Nachfrage, so sinkt der Marktpreis. Das nachfolgende Bild dient üblicherweise der Veranschaulichung des Sachverhalts.

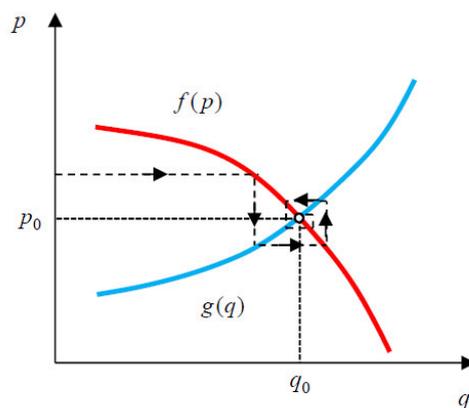
Genau an diesem Punkt nun setzt gewöhnlich das Verständnis klar denkender Menschen aus, und zwar zurecht! Denn die oben aufgeführten Voraussetzungen des Marktmodells besagen ausdrücklich, dass die Marktteilnehmer ausschließlich auf Preise reagierende Mengenanpasser sind. Wer also soll wie mitbekommen, dass die Nachfrage sich geändert hat, wenn nicht über die größer werdende Warenmenge? Und weshalb verschiebt sich plötzlich die gesamte Nachfragekurve parallel zur alten? Und überhaupt: wie soll der Vorgang des Sprungs von einem Gleichgewichtszustand in einen anderen eigentlich vonstattengehen?

Der diskrete Charme der Wechselwirkung



Auswirkung von Nachfrageänderungen im Marshall-Kreuz (Ortlieb, 2004)

Von einem Gleichgewichtszustand in einen anderen zu gelangen würde erfordern, dass Märkte sich grundsätzlich nur in einer indifferent-stabilen Ruhelage befinden. Das aber stünde in direktem Widerspruch zur Annahme des Marktgleichgewichts.



Angebot und Nachfrage als wechselwirkende Funktionen

Gleichgewicht der Märkte bedeutet, dass ein Gleichgewichtspreis und eine Gleichgewichtsmenge existieren. Was nicht ausdrücklich gesagt wird, aber untrennbar mit dem Begriff des Gleichgewichts verbunden ist: wenn zeitweilig Störungen durch Abweichungen von Gleichgewichtspreis und -menge auftreten, wird zu ihnen wieder zurückgekehrt.

Wie wir bereits festgestellt haben, ist es eine immanente Eigenschaft von Wechselwirkungen, dass sie Fixpunkte haben, die stabil oder instabil sein können. Diese Fixpunkte sind identisch mit den Gleichgewichtszuständen bzw. Ruhelagen. Sie treten immer dann auf, wenn sich die Graphen der die Wechselwirkungen bestimmenden Funktionen gemeinsame Punkte, z.B. Schnittpunkte, aufweisen. Einen solchen Schnittpunkt bildet das Zentrum des Marshall-Kreuzes; und auch die Sprechweise von Gleichgewicht mitsamt Preis und Menge deutet darauf hin, dass man seitens der Volkswirtschaftslehre gerne begrifflich an dem Phänomen von Gleichgewicht und Stabilität anknüpfen würde. Umso unbegreiflicher ist die Behauptung, das Marktgeschehen könne als Hin- und Herspringen von einem Gleichgewichtszustand zum nächsten interpretiert werden.

Näherliegend und auch natürlicher ist es, von zwei wechselwirkenden Funktionen $q = f(p)$ und $p = g(q)$ auszugehen, von denen die eine die Nachfrage, die andere das Angebot repräsentieren soll, und nach der Stabilität des Gleichgewichtszustands (p_0, q_0) zu fragen. Irritierender Weise erhalten wir auf diese Frage drei unterschiedliche Antworten, je nachdem, wie wir die rekursive Lösung des Fixpunktproblems ansetzen.

Ein erster Ansatz wäre, die beiden Funktionen $f(p)$ und $g(q)$ zu einer einzigen Funktion zu fusionieren, als entweder $q = f(g(q)) = F(q)$ oder $p = g(f(p)) = G(p)$ zu bilden. Hierauf kann man sodann die Rekursionen $q_{i+1} = F(q_i)$ bzw. $p_{i+1} = G(p_i)$ ansetzen, die zu konvergenten Folgen genau dann führen, wenn $\partial F/\partial q_i$ bzw. $\partial G/\partial p_i$ in der Umgebung des Fixpunkts (p_0, q_0) betragsmäßig kleiner als 1 ist.

Ein zweiter Ansatz geht davon aus, dass die Marktteilnehmer simultan aufgrund des gemeinsam erreichten Marktzustands reagieren; formal lässt sich das durch die beiden parallel zu lösenden wechselwirkenden Automatengleichungen $q_{i+1} = f(p_i)$, $p_{i+1} = g(q_i)$ ausdrücken.

Der dritte Ansatz schließlich beruht darauf, dass die Marktteilnehmer

Der diskrete Charme der Wechselwirkung

abwechselnd auf die aktuell von den anderen Marktteilnehmern generierten Ausgangsgrößen reagieren. Hierbei gelangt man zu Beschreibungen der Form $q_{i+2} = F(q_i)$, $p_{i+2} = G(p_i)$, die zwar an die Rekursionen des ersten Ansatzes erinnern, sich dann aber eben doch von jenen unterscheiden.

Was, von diesen eher technischen Schwierigkeiten einmal abgesehen, freilich immer noch völlig im Dunklen geblieben ist, betrifft die Stellung von Wechselwirkungen in Hegels Werk „an der Schwelle zur Begriffsbildung“. Statt am Begriff der Wechselwirkung die dialektische Erkenntnistheorie zu entwickeln, habe ich mich damit begnügt, Klarheit in die Erkenntnis zu bringen, welche herausragende Bedeutung inzwischen diesem etwas verschmähten Begriff der Wechselwirkung selbst zugewachsen ist – eben, *weil* es sich um einen eminent wichtigen Markstein handelt.

Miä Lääwaafn

Warum hat Karl Marx nicht einfach simuliert?

*Whatever of social importance is done to-day,
whether in politics, finance, manufacture,
agriculture, charity, or other fields,
must be done with the help of propaganda.
Propaganda is the executive arm of
the invisible government.
(Edward L. Bernays, Propaganda)*

Die Antwort auf die Frage, warum Karl Marx nicht einfach simuliert hat, ist leichter zu beantworten als zu stellen: es war einfach noch nicht die Zeit für Simulationen gekommen. Nicht, dass man kein Interesse für die Konsequenzen einmal postulierter Gesetzmäßigkeiten gehabt hätte. Man war nur in der Ausarbeitung der Konsequenzen gezwungenermaßen etwas wählerischer: man kümmerte sich – gerade in der Mathematik – weniger ums Quantitative, sondern eher ums Qualitative. Dies steht nur dem Anschein nach im Widerspruch zu Kants berühmter Aussage, wonach in jeder Lehre „nur so viel eigentliche Wissenschaft angetroffen werden könne, als darin Mathematik anzutreffen ist“. Doch wäre dieser Anschein nur einem von vielen Missverständnissen über die Rolle der Mathematik in den Wissenschaften geschuldet, so als habe die Mathematik mit nichts anderem zu schaffen als mit Zahlen.

Die Beschreibung dynamischer Abläufe wurde im 18. Und 19. Jahrhundert nach der Erfindung des infinitesimalen Kalküls durch Newton (1642 – 1727) und Leibniz (1646 – 1716) mit Hilfe von Differentialgleichungen vor allem von J.L. Lagrange (1736 – 1813) sowie W.R. Hamilton (1805 – 1865) vorangetrieben. J.C. Maxwell (1831 – 1879) veröffentlichte 1868 erstmals eine Studie, in der er die Stabilität von Fliehkraftreglern an Dampfmaschinen anhand der Eigenwerte ihrer linearisierten Differentialgleichungen analysierte. Damit bereitete er das

Miä Lääwaafn

Terrain für die mathematisch fundierte Regelungstheorie. M. Ljapunov (1857 – 1918) revolutionierte die Stabilitätsanalyse durch die Einführung eines verallgemeinerten Energiebegriffs und verhalf damit der qualitativen Analyse nichtlinearer Differentialgleichungen entscheidend zum Durchbruch.

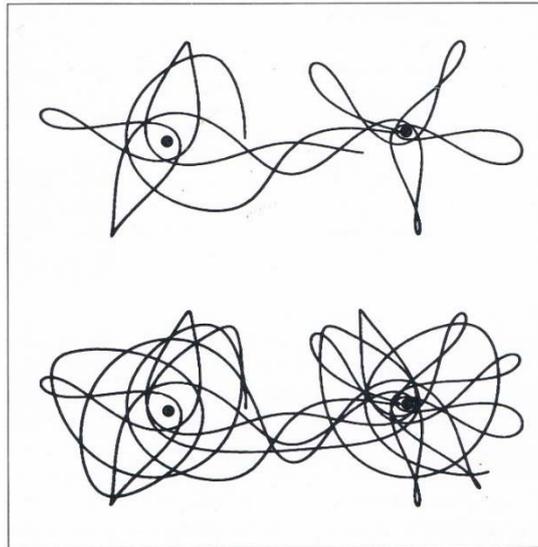
Die numerische Mathematik war bei weitem noch nicht gerüstet, quantitative Lösungen von Differentialgleichungen in größerem Umfang vorlegen zu können, zumal die Rechnerei „von Hand“ eine mühsame, zeitraubende Arbeit war, die bis in die 1960er Jahre von Jungwissenschaftlern zu verrichten war. Man war darauf angewiesen, auf der Grundlage der Struktur und gewisser Invarianten das Lösungsverhalten von Differentialgleichungen während des Ablaufs eines beliebig langen Zeitintervalls zu erschließen. Es gehört auch heute noch bei Ingenieuren, die mit Regelungsproblemen befasst sind, zur guten Praxis, für alle vorhersehbaren und in Betracht kommenden Betriebsbereiche ein stabiles Verhalten der von ihnen eingesetzten Regelungsvorrichtungen sicherzustellen. Dies geht aber nur durch Anwendung qualitativer Stabilitätsanalysen.

Dass übergroßes Vertrauen in numerische Lösungen von Differentialgleichungen zu bizarren Situationen führen kann, zeigte sich vor nicht allzu langer Zeit, als chaotische Systeme, die durch nichtlineare Differentialgleichungen beschrieben werden, in der Fachwelt hoch im Schwange waren und sogar ins Zentrum öffentlichen Interesses vorstießen. Die Besonderheit dieser chaotischen Systeme ist deren erratisches, nicht vorhersagbares Verhalten, obwohl sie weder von außen noch durch interne Quellen mit Störungen beaufschlagt werden. Es handelt sich vielmehr um nichtlineare, nach außen hin abgeschlossene, autonome Systeme, die strikt deterministisch sind und dennoch unvorhersagbares Verhalten aufweisen.

In den 1970er und 1980er Jahren tummelten sich an verschiedenen Universitäten trendbewusste Mathematiker, die alles, was in den Wissenschaften als einigermaßen gesichert galt, in Frage zu stellen suchten.

Warum hat Karl Marx nicht einfach simuliert?

Plötzlich sollte alles von katastrophischen oder wenigstens doch chaotischen Kräften bestimmt sein, sofern es spektakulär genug war, um von den Medien aufgegriffen zu werden. Die Himmelsmechanik galt lange Zeit als Inbegriff ruhiger Abläufe mit stabilem Verhalten. Seit Milliarden von Jahren umkreisen die Planeten unsere Sonne, ohne merkliche Veränderungen ihrer Bahnen zu zeigen. Die Komplikationen auf diesem Gebiet rühren von der Tatsache her, dass beispielsweise die Erde beim Umkreisen der Sonne nicht nur der Gravitation unseres Zentralgestirns unterliegt, sondern auch den Kräften aller anderen Planeten wie etwa des Jupiters.

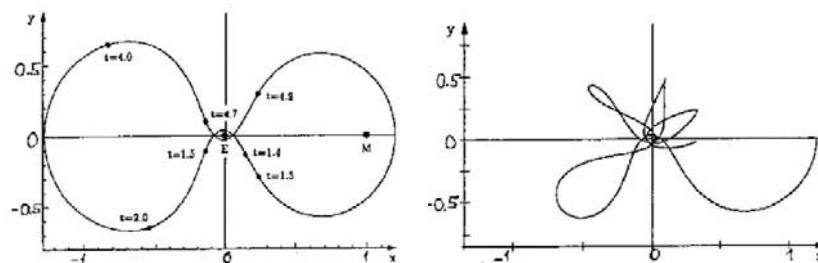


Lösung des Dreikörperproblems (Bremer Bahn; Peitgen und Richter, 1986)

In der Himmelsmechanik spricht man von Mehrkörperproblemen, und es ist seit den Arbeiten von J.H. Poincaré (1854 – 1912) bekannt, dass bereits die Wechselwirkung von mehr als zwei Himmelskörpern analytisch nicht mehr lösbar ist. Gerade weil es so unerhört erschien, stellte man der verblüfften Öffentlichkeit das Dreikörperproblem als typischen Repräsentanten chaotischen Verhaltens vor. Die oben abgebildeten Kurven sind dem Buch „The Beauty of Fractals“ von H.-O. Peitgen

und P.H. Richter (1986) entnommen und sollen belegen, wie chaotisch die Bahnkurven eines kleinen Planeten beim Umrunden zweier gleich schwerer Sonnen aussehen. Den offensichtlichen Widerspruch zur Jahr-milliarden währenden Stabilität unseres Planetensystems übersah man geflissentlich.

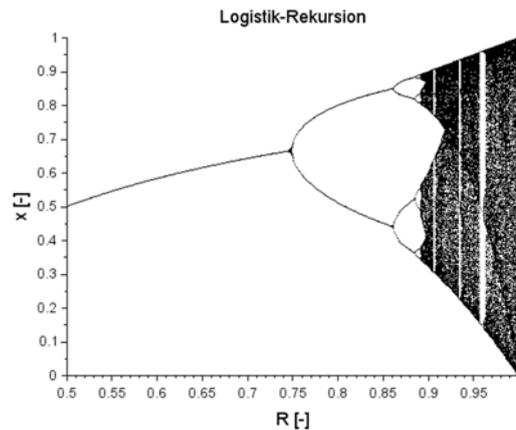
Die Reaktion etwas gewissenhafter arbeitender Wissenschaftler ließ nicht lange auf sich warten. Ein international renommierter Spezialist für numerische Methoden aus Karlsruhe wies nach, dass das von den Bremer Chaosforschern behauptete Verhalten lediglich ein Effekt ungeeigneter numerischer Verfahren in Verbindung mit unzuweckmäßig gewählten Schrittweiten gewesen sei (siehe die nachfolgende Darstellung).



Lösung des Dreikörperproblems (Karlsruher Bahn):
 Integrationsschrittweite 0.001 (links), 0.05 (rechts) (Krause und Eberl, o.J.)

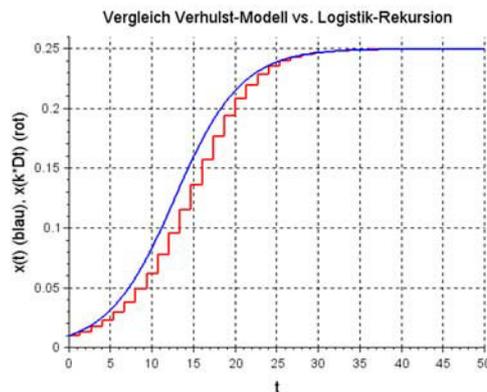
Ähnliche Missverständnisse liegen übrigens auch dem Paradeferd chaotischen Verhaltens zugrunde: der berühmten logistischen Rekursionsgleichung $x_{k+1} = 4R x_k (1 - x_k)$. Sie ist zwar von weit geringerer praktischer Relevanz, darf aber in keiner Buchveröffentlichung zum Thema Chaos fehlen. Diese Gleichung beschreibt die Entwicklung einer Population unter dem Einfluss ihrer geometrischen Vermehrung bei zugleich wirksamer Verringerung durch Verhungern. Variiert man den Parameter R von 0 bis 1, so zeigt die Lösung x_k ab $R > 0.75$ oszillierendes Verhalten zwischen zwei Werten; bei weiterer Vergrößerung von R ergibt sich ein periodisches Verhalten mit kaskadenhafter Verdopplung der Perioden, bis sich schließlich chaotisches Verhalten einstellt.

Warum hat Karl Marx nicht einfach simuliert?



Chaotisches Verhalten der stationären Lösungen der logistischen Rekursion

P.F. Verhulst (1804 – 1849) hatte diese logistische Rekursion 1837 als Modell für das Bevölkerungswachstum eingeführt. Nach ihm ist auch die nichtlineare Differentialgleichung $\dot{x}(t) = c x(t)(b - x(t))$ benannt, die ebenfalls Wachstumsverläufe mit Sättigungseffekt beschreibt und als einfachste Repräsentantin eines Lotka-Volterra-Systems anzusehen ist. Für diese Differentialgleichung kann man glücklicherweise eine analytische Lösung angeben; es ist nämlich $x/(b - x) = x_0 e^{bct} / (b - x_0)$.



Vergleich Verhulst-Modell mit Logistik-Rekursion
 ($b = 0.25, c = 1, \Delta t = 1.\bar{3}, R = 0.\bar{3}$)

Warum hat Karl Marx nicht einfach simuliert?

Pfade qualitativen Analysierens von Bewegungsvorgängen zu verlassen und sich lieber numerischen Lösungen von Differentialgleichungen zuzuwenden. Hier haben vor allem die Arbeiten von J.W. Forrester mit seiner in den 1950er Jahren entwickelten System Dynamics und in dessen Nachfolge D.L. Meadows mit der weltberühmten Studie „Limits to Growth“ stilbildend gewirkt. Neuerdings sind ähnliche Bestrebungen auch in der Auseinandersetzung mit dem Werk von Karl Marx zu beobachten. Das obige Diagramm beispielsweise soll angeblich ein Modell des wirtschaftlichen Wachstums darstellen, wie es von Karl Marx entwickelt worden sein soll.

Gegen solche Vereinnahmungen kann Marx sich nicht mehr wehren, aber es sollte hier der Gerechtigkeit halber immerhin festgehalten werden, dass an dem Modell wie auch an den Simulationsergebnissen nichts stimmt und dass es mit dem Werk von Marx herzlich wenig zu tun hat. So definiert der Autor K. Saeed (2008) beispielsweise den Profit als Differenz zwischen einem ominösen Output minus Arbeitsentgelten. Der Output soll dabei gleich dem eingesetzten Kapital multipliziert mit einer Beschränkungsfunktion „labor constraint“ sein, die ihrerseits vom Verhältnis Arbeit zu nachgefragter Arbeit abhängt. Die Ertragsrate („rate of return“) ist sodann Profit mal Preisniveau, dividiert durch das angesammelte Kapital. Dabei kann man noch nicht einmal sagen, der Autor habe das Werk von K. Marx besonders boshaft geschändet. Denn den Werken von Adam Smith, Ricardo, Malthus oder Schumpeter ergeht es bei den solcherart veranstalteten Flegeleien nicht besser.

Ob Marx dies amüsiert hätte, sei dahin gestellt. Aber selbst diejenigen, die ihm durchaus wohl wollen, sind nicht frei von unfreiwilliger Komik. So hat sich beispielsweise, ausgehend von dem 1983 veröffentlichten Buch „Laws of Chaos“ von E. Farjoun und M. Machover, eine ganz neue Forschungsrichtung etabliert, die von ihren Nachfolgern mittlerweile „Econophysics“ genannt wird. Die Übertragung von Gesetzmä-

Bigkeiten der statistischen Mechanik auf Probleme der Ökonomie rechtfertigen Farjoun und Machover damit, es gehe schließlich in beiden Gebieten um immens große Zahlen gleichartiger Partikel – im einen Fall Gasmoleküle, im anderen eben menschliche Individuen. Sie berufen sich dabei auf A.J. Chintschin, der hervorhebt, „die statistische Mechanik sei nicht durch die mechanische Natur ihrer Objekte, sondern durch die Teilchenstruktur der Materie bestimmt“. Nur: was entspräche in menschlichen Gesellschaften wohl einer Teilchenstruktur der Materie?

Unverdrossen und gänzlich konsequent errichten Farjoun und Machover auf diesem reichlich wackeligen Fundament beispielsweise ihre Theorie von der Profitrate, die jetzt selbstverständlich keine gleichförmige Variable („uniform variable“) mehr sein kann, wie orthodoxerweise K. Marx angenommen haben soll, sondern eine zufällige Größe.

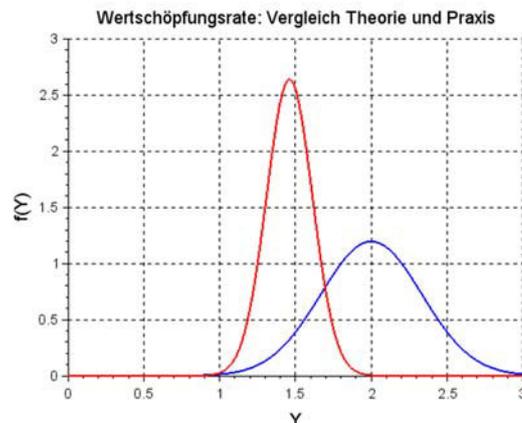
Die Mehrwertrate bestimmen sie als Quotienten $X = R/Z$, wobei R die Profitrate und Z die Rate der Arbeitskosten, d.h. die Arbeitskosten, dividiert durch den Kapitaleinsatz, sein sollen ($1/Z$ entspräche mithin der von Marx so genannten „organischen Zusammensetzung“). Die Summe $Y = R + Z$ nennen Farjoun und Machover Wertschöpfungsrate („rate of value-added“). R und Z sollen nunmehr stochastische Variable sein, von denen angenommen, dass sie beide einer zweiparametrischen Gamma-Verteilung folgen, und zwar die Profitrate R mit $\mathfrak{G}(\alpha, \beta)$ und die Arbeitskostenrate Z mit $\mathfrak{G}(\alpha', \beta)$. Der Erwartungswert einer gamma-verteilten Größe $V \sim \mathfrak{G}(\alpha, \beta)$ ist $EV = \alpha/\beta$, die Varianz $VV = \alpha/\beta^2$. Angenommen, es bestehe zwischen Profit- und Arbeitskostenrate ein linearer Zusammenhang $R = cZ$. Dann wäre die Zufallsgröße $X = R/Z$ entartet und wir würden bei Auswertung von $ER = cEZ$ und $VR = c^2VZ$ die Beziehungen $\alpha = c\alpha'$ und $\alpha = c^2\alpha'$ erhalten. Hieraus würde sodann $c = 1$ und $R = Z$ folgen.

Versuchen wir das bis hierher Gesagte zurück in die Marxschen Definitionen zu übersetzen: die Mehrwertrate X entspricht in meiner Nomenklatur $\mu = m/v$ mit der Mehrwertmasse m und dem variablen Kapital v . Durch Erweitern des Bruchs mit dem um das konstante Kapital c

Warum hat Karl Marx nicht einfach simuliert?

vermehrten Term $(c + v)$ erhalten wir $\mu = (m/(c + v)) \cdot ((c + v)/v)$ oder mit den von mir bevorzugten Abkürzungen $\mu = \pi \cdot (\Omega + 1)$. Die Mehrwertrate μ stellt sich also in der Tat dar als Produkt Profitrate π mal organische Zusammensetzung Ω .

Was bedeutet es nun, wenn die Profitrate R genauso groß wäre wie die Rate der Arbeitskosten Z , oder zurückübersetzt in meine Nomenklatur also, wenn $\pi = 1/(\Omega + 1)$ wäre? Die Antwort liegt auf der Hand: die Mehrwertrate μ , der Exploitationsgrad der Arbeit, könnte dann nur den Wert 1 annehmen. Das heißt, die Hälfte ihrer Arbeitszeit produzieren die Arbeiter unentgeltlich für die Unternehmer. Die von Farjoun und Machover so bezeichnete Wertschöpfungsrate $Y = R + Z$ würde dann in meiner Schreibweise $\gamma = \pi + 1/(\Omega + 1)$ lauten und hätte nach dem oben Gesagten den Erwartungswert $EY = 2$.



*Theoretische (blau) und empirische Wertschöpfungsrate (rot)
(nach Cockshott et al. 2009)*

Nach den – wohlgermerkt theoretischen – Überlegungen von Farjoun und Machover müsste also die Zufallsvariable Y bzw. γ den Mittelwert 2 aufweisen (die obige Darstellung mit Normalverteilungen wird von Cockshott et al. (2009) übernommen). Die Streuung $\sigma = 1/3$ wird damit begründet, dass wohl kein Unternehmen auf Dauer überleben könne,

das die von ihm zum Verkauf angebotenen Waren unterhalb der Geste-
hungskosten abgeben würde. Nun zeigen aber 1984 für Britannien er-
hobene empirische Daten unglücklicherweise eine Verteilung mit dem
Mittelwert $\mu = 1.46$ und einer Streuung von $\sigma = 0.151$ (oben rot einge-
zeichnet). Doch anstatt dies zum Anlass zu nehmen, die schöne Theorie
zu überdenken oder gar ganz zu verwerfen, loben Cockshott und seine
Mitautoren die Präzision der Vorhersage überschwenglich, weil ja immer-
hin zumindest die Streuung eine Größe angenommen habe, die den
Überlegungen von Farjoun und Machover perfekt folgen würde.

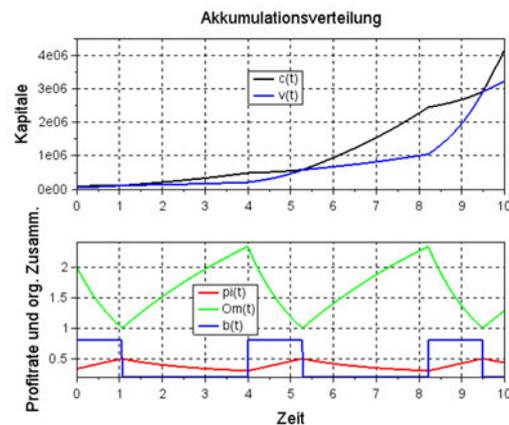
Es mag Zufall sein, dass man bei der Beschäftigung mit der Marxschen
Proftrate auch auf eben jene Verhulst-Gleichung trifft, die wir oben
behandelt haben. Man kann zum Beispiel zur Beeinflussung der Profit-
rate bzw. der organischen Zusammensetzung eine Steuergröße μb ein-
führen, mit der die Aufteilung des Rückflusses der Mehrwertmasse in
die Akkumulation von konstantem und variablem Kapital organisiert
werden soll: $\dot{c} = (1 - b) \mu v$, $\dot{v} = b \mu v$. Dabei ist μ die Mehrwertrate und
 b eine dimensionslose Größe zwischen 0 (gesamte Mehrwertmasse ins
konstante Kapital) und 1 (gesamte Mehrwertmasse ins variable Kapi-
tal). Die Proftrate wird dann durch $\dot{\pi}/\pi = \mu b - \mu/(\Omega + 1)$ beschrieben.

Wegen $\pi = \mu/(\Omega + 1)$ für die Proftrate kann die Differentialgleichung
in Form eines Verhulst-Modells als $\dot{\pi} = \pi(\mu b - \pi)$ geschrieben wer-
den. Die Steuergröße μb beeinflusst nicht nur die Proftrate, sondern
auch die organische Zusammensetzung Ω , denn es ist $\dot{\Omega}/\Omega = \dot{c}/c - \dot{v}/v$,
woraus mit $\dot{\Omega}/\Omega = (1 - b) \mu v/c - \mu b$ die Gleichung $\dot{\Omega} = \mu(1 - (\Omega + 1)b)$
folgt. Um die Proftrate π zu steigern, müsste die Steuergröße μb grö-
ßer sein als die Proftrate π . Andererseits würde eine so gewählte Steu-
ergröße μb zwangsläufig die organische Zusammensetzung verringern.
Zu deren Vergrößerung müsste μb kleiner als die Proftrate π sein.

Beides, die Steigerung der Proftrate und zugleich die Erhöhung der or-
ganischen Zusammensetzung, lässt sich somit auf diesem Weg niemals
erreichen. Es geht immer nur entweder das eine oder das andere. Dem
ideellen Gesamtkapitalisten bliebe somit gar nichts anderes übrig als

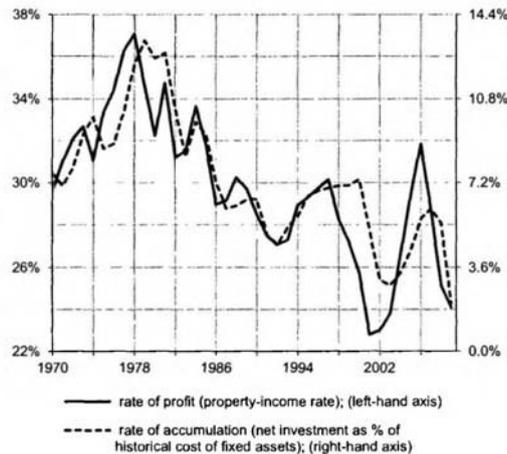
Warum hat Karl Marx nicht einfach simuliert?

zwischen beiden Optionen hin und her zu schalten. Die Folge sind gegenläufige Grenzyklen im Ablauf von Profitrate und organischer Zusammensetzung, wie sie für Zweipunktregelungen typisch sind. Die folgende Abbildung veranschaulicht das Gesagte.



Aufteilung des Mehrwertrückflusses in konstantes und variables Kapital (oben) und Profitrate sowie organische Zusammensetzung (unten)

Allerdings sind weder ideeller Gesamtkapitalist noch reale Einzelkapitalisten in der Lage, ihre Entscheidungen auf diese Art und Weise zu treffen. Vielmehr werden die Entscheidungen, in Anlagen und Fertigungseinrichtungen zu investieren, entsprechend den jeweils zu erwartenden Profiten getroffen. Es handelt sich dabei um zig-Tausende von Einzelentscheidungen, die völlig unabhängig voneinander getroffen werden. Wegen der zahlreichen Latenzzeiten, die in einem solchen System unvermeidlich sind, kann es leicht zu selbsterregten Schwingungen kommen. Die nichtlinearen Kopplungen zwischen den einzelnen Teilsystemen, die jeweils individuelle Einzelkapitalisten repräsentieren, dürften dann dafür sorgen, dass die Schwingungen sich nicht einfach nur ausbreiten, sondern miteinander synchronisieren und gegenseitig verstärken. Die Gesamtlatenz zwischen Profitrate und Akkumulationsrate kann sich dabei durchaus auf mehrere Jahre kumulieren, wie die nachstehende Graphik zeigt.



Profit- und Akkumulationsrate in den USA (A. Kliman, 2009)

Selbst in der neueren marxistischen Literatur ist es also, wie oben gezeigt worden ist, modern geworden, solche Phänomene in Netzwerken mit sehr, sehr großen Kollektiven mit Methoden der statistischen Physik zu modellieren. Es handelt sich dabei um einen typischen Reflex unserer Simulationsära, nämlich aus einer formalen Ähnlichkeit zwischen verschiedenen Sachverhalten auf deren inhaltliche Identität zu schließen. Man spricht hierbei von Analogieschlüssen, die in der Jurisprudenz mit gutem Grund und zu unser aller Glück auch heute noch verpönt sind. In den Naturwissenschaften hingegen verbreitete sich zum Ende des 19. Jahrhunderts die Unart, Analogieschlüsse selbst für noch so entlegene Sachverhalte in Stellung zu bringen. Typisches Beispiel solcher fehlgeleiteter Kurschlüsse war beispielsweise die Aufstellung der ersten Atommodelle, gemäß denen die Elektronen sich um den Atomkern wie Planeten eines mikroskopischen Sonnensystems bewegen sollen.

Etwa zur Mitte des 20. Jahrhunderts war die Sucht nach Analogien soweit gediehen, dass man es als völlig normal ansah, Gebilde etwa der Hydraulik oder Mechanik mit Hilfe elektrischer Analogiemodelle nachzubilden, also zu simulieren. Dabei galt der Begriff der Simulation noch

Warum hat Karl Marx nicht einfach simuliert?

zu Beginn des 20. Jahrhunderts als Synonym für Verstellung und Betrug. Nach und nach nahm er jedoch in neuerer Zeit wieder den Bedeutungsumfang an, der ungefähr seinem Ursprung im Lateinischen *similis* entsprach, nämlich nicht nur zu täuschen, sondern auch Ähnlichkeiten zum Ausdruck zu bringen.

Mit Aufkommen der Kybernetik schließlich verfestigte sich das Denken in Analogien soweit, dass es heutzutage als Selbstverständlichkeit akzeptiert wird, Nachrichtenübertragung und Regelung mit denselben Beschreibungsmitteln in Maschinen wie in Lebewesen und in Menschen zu analysieren. Aber es sollte auch festgehalten werden: der um sich greifende Analogismus in Gestalt von Simulationen ist nicht Folge, sondern treibendes Moment bei der Herausbildung der Kybernetik gewesen.

Karl Marx wäre das mit Sicherheit nicht recht gewesen!

Miä Lääwaafn

Wie selbst die Schwerkraft sich überlisten lässt

Erst die Nutzung der allgegenwärtigen Gravitation als Informationsquelle lässt eine generelle, vom Ort der Orientierung unabhängige Lageregistrierung zu.

(F. Klix, 1976)

Das Pendel stellt eine besonders einfache Maschine dar, die unter dem Einfluss des homogenen Schwerfeldes kreisförmige Bewegungen ausführt. Es besteht aus einer Masse, die an dem einen Ende einer (gewöhnlich als masselos betrachteten) Verbindung einer bestimmten Länge befestigt ist. Das andere Ende der Verbindung ist an einem festen Punkt aufgehängt. Die Bewegung des Pendels ist streng periodisch, d.h. Ort und Geschwindigkeit der Masse wiederholen sich nach einer festen Zeitperiode, die nur von der Länge des Fadens und der Schwerkraftkonstanten, nicht jedoch von der Masse abhängt. Wegen dieser strikten Periodizität eignet sich das Pendel als Zeitnormal und wird deshalb seit Jahrhunderten auch als Taktgeber in Uhren eingesetzt. Die Bewegungsdifferentialgleichung ist im Anhang angegeben.

Ehe hierauf näher eingegangen werden soll, ist es ganz lehrreich kennenzulernen, was Hegel über dieses physikalische Problem schreibt. Er sieht darin ein kleines interessantes Beispiel für die von ihm so oft gescholtenen schiefen Gedanken des einseitigen Verstandes und merkt an: „... es wird von der Pendelbewegung gesagt, dass sie ohne Aufhören fort dauern würde, wenn die Reibung entfernt werden könnte.“ (Anm. §266, Enzyklopädie).

Die Vorstellung eines Pendels ohne Reibung wird üblicherweise als sogenanntes „mathematisches Pendel“ bestimmt: „Ein mathematisches Pendel ist eine Idealisierung eines realen Pendels. Es ist ein grundlegendes Modell zum Verständnis von Pendelschwingungen ... Es

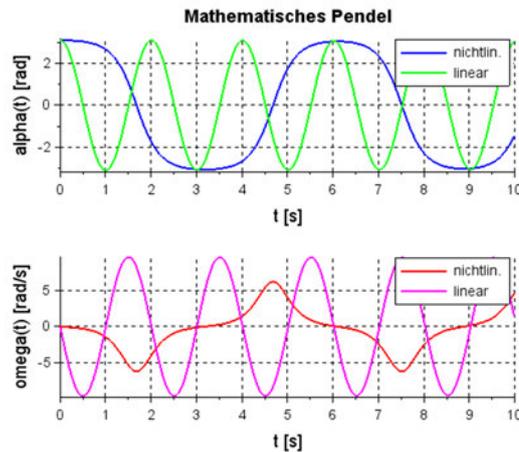
herrscht keine Reibung in irgendeiner Form, also weder Strömungswiderstand, noch innere Reibung in Faden und Aufhängepunkt ...“ (Wikipedia).

Vom Strömungswiderstand abzusehen kann nun durchaus ein sinnvolle Betrachtung sein und auch in der Praxis nahezu erreicht werden. Und natürlich lässt sich auch die Drehreibung minimieren, aber die Reibung der Achse oder des Aufhängungspunktes gänzlich wegzudenken bedeutet, von der Funktionsweise des Pendels so weit zu abstrahieren, dass damit der Gedanke des Pendels zerstört wird. Denn der Widerstand, der der senkrechten Fallrichtung entgegengesetzt wird, ist die Ursache der Richtungsänderung zur Seite. Ohne Zug/Stoß im Achsenpunkt würde das Pendel nicht pendeln, sondern lotrecht zur Erde fallen. So stellt sich denn dies „grundlegende Modell zum Verständnis von Pendelschwingungen“, anders als von Wikipedia behauptet, als „leere Vorstellung“ heraus, welche gerade den Grund für diese spezifische Bewegung weglässt.

Hegel schreibt hierzu: „Dieser Widerstand, den der Körper in seiner akzidentellen Bewegung [die Seitbewegung, die zur Fallrichtung hinzu kommt] erfährt, gehört allerdings zur notwendigen Erscheinung seiner Unselbständigkeit.“ Und weiter: „So ist diese [Reibung] selbst ein notwendiges Moment in der Konstruktion eines Pendels; sie kann nicht weggebracht, noch weggedacht werden. Stellt man sich vor, wie es ohne sie wäre, so ist das eine leere Vorstellung.“ (Zusatz §266, Enzyklopädie). Dies wäre ebenso sinnlos wie die Vorstellung einer Glühbirne ohne Widerstand, denn ohne dieses „notwendige Moment der Konstruktion“ würde sie gar nicht leuchten. Übrigens stammen die Zitate aus Hegels Abhandlung vom „Wurf“, einer Vermengung systematischer Bewegungen von einerseits „Stoß/Zug“ (2.1.2.2) – der Seitbewegung – und andererseits des „Falls“ (2.1.2.3) – der Senkrechtbewegung.

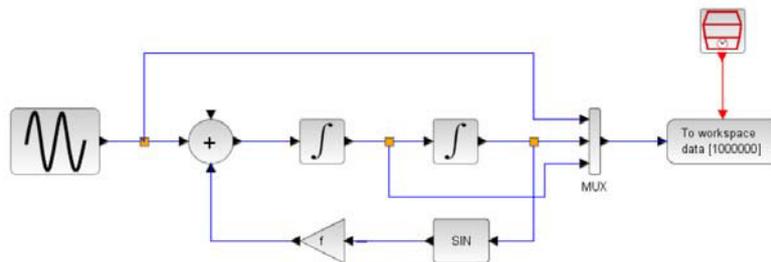
Das sogenannte mathematische Pendel verblüfft wegen der Besonderheit, dass sich die Lösungen seiner Bewegungsgleichungen bei beliebig großen Auslenkungen nicht mehr ohne weiteres angeben lassen.

Wie selbst die Schwerkraft sich überlisten lässt



*Mathematisches Pendel bei großer Auslenkung:
Vergleich lineares vs. nichtlineares Modell*

Es ist auch unschwer zu erkennen, dass die Lösungen des nichtlinearen Modells nicht mehr viel mit denen des linearen Modells zu tun haben. Was also soll an dem idealisierten Pendel eigentlich noch mathematisch sein?



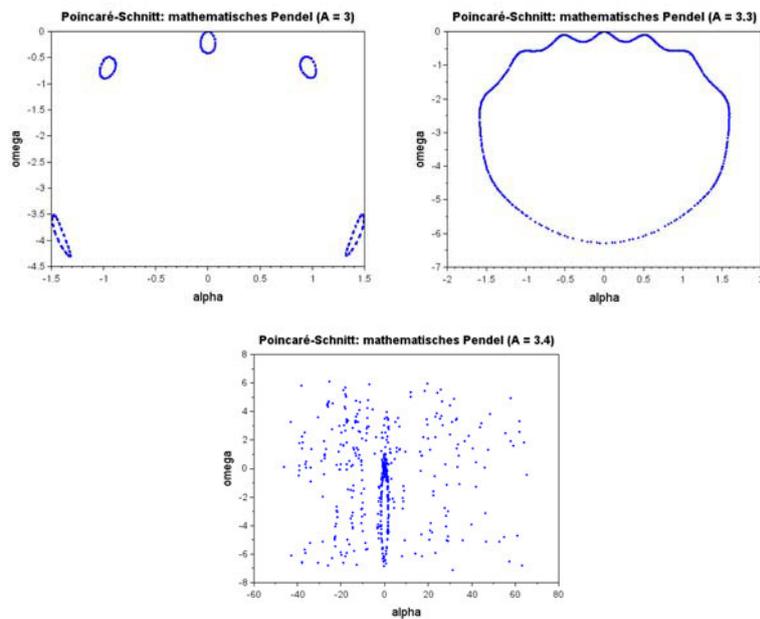
Fremderregtes mathematisches Pendel

Da nun bereits feststeht, dass ausgerechnet für das mathematische Pendel eine mathematische Beschreibung des Bewegungsverhaltens nur äußerst mühsam zu gewinnen ist, ergibt sich eine weitere Komplikation, sobald man solch ein Pendel von außen anregt oder, wie man auch

Miä Lääwaafn

sagt: wenn es fremderregt wird. Hierbei sollte man sich im Klaren darüber sein, dass selbst innerhalb des linearen Gültigkeitsbereichs, d.h. bei hinreichend kleinen Auslenkungen, das Verhalten des mathematischen Pendels bei harmonischer Anregung alles andere als trivial ist.

Das mathematische Pendel soll 1 Meter lang sein; damit ist die Konstante im Rückkopplungszweig des obigen Schemas $f = g = -9.81\text{m/s}^2$ und die Eigenfrequenz liegt bei $\omega_0 = 3.13\text{rad/s}$. Als Anregung wählen wir ein Sinussignal mit der Frequenz $\omega = 3.2\text{rad/s}$ und variabler Amplitude A , durch deren Änderung wir uns der Stabilitätsgrenze, d.h. der Grenze, von der ab das Pendel sich überschlagen würde, vorsichtig von unten anzunähern gedenken.



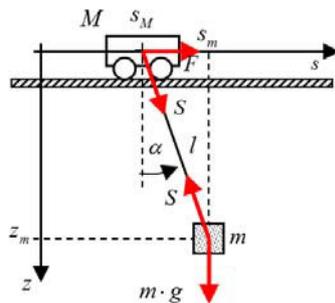
Poincaré-Schnitte des Phasenflusses eines fremderregten mathematischen Pendels für verschiedene Amplituden A der Anregung ($\omega = 3.2$)

Die oben abgebildeten Poincaré-Schnitte des Phasenflusses des fremderregten mathematischen Pendels zeigen, dass eine solche Annäherung

Wie selbst die Schwerkraft sich überlisten lässt

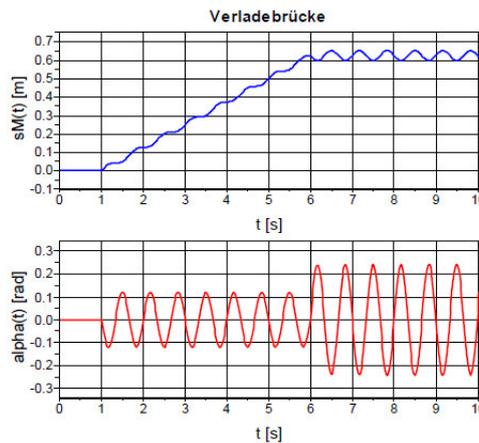
einer Tour „von der Ordnung ins Chaos“ entspricht.

Das Rückkopplungsprinzip lässt sich ausgesprochen gewinnbringend auf pendelartige Maschinen anwenden, etwa auf Portalkrane von Verladebrücken.



Schema der Verladebrücke

Problem bei derartigen Anlagen ist, dass die Last, die an einer sogenannten Laufkatze hängt und mit dieser horizontal bewegt wird, sich wie ein ungedämpftes Pendel verhält. Hierbei besteht stets die Gefahr, unbeabsichtigt in einen nur schwer beherrschbaren Betriebsbereich zu geraten. Deshalb sind bei manuellem Betrieb Geschwindigkeit und Beschleunigung empfindlich eingeschränkt.

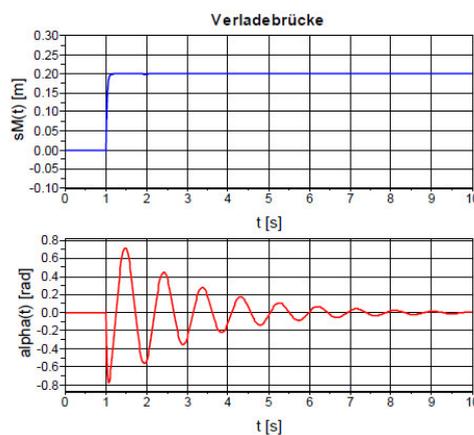


Unregelmäßiges Katzfahrzeugs mit Auslenkung des Lastpendels

Miä Lääwaafn

Das zu lösende Problem wird deutlich, wenn wir die Verläufe der Position des Katzfahrzeugs s_M und der Auslenkung des Lastpendels α bei fehlender Regelung der Verladebrücke betrachten. Hierbei soll kurzzeitig ein Kraftimpuls auf das Katzfahrzeug einwirken und dieses nach 5 Sekunden wieder zum Stillstand gebracht werden.

Zu Beginn der Bewegung des Katzfahrzeugs wird das Lastpendel augenblicklich in Schwingungen versetzt, die sich sogar noch verstärken, nachdem das Katzfahrzeug gestoppt worden ist.

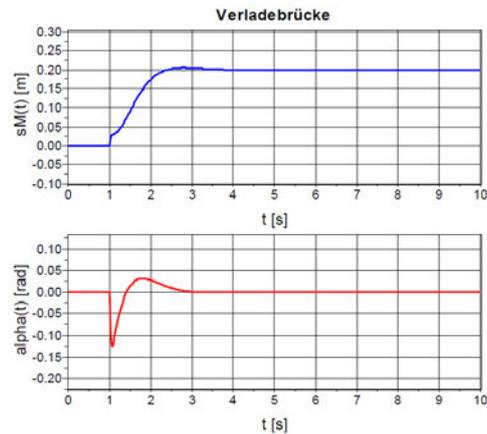


Positionsgeregeltes Katzfahrzeug mit gedämpfter Auslenkung des Lastpendels

Wegen der Rückwirkung bleibt dieser Effekt auch dann noch bestehen, wenn die Position des Katzfahrzeugs geregelt wird, wie die zuletzt gezeigten Verläufe der interessierenden Größen belegen.

Bevor Struktur und Parameter einer vervollständigten Regelung festgelegt werden können, erweist es sich noch als sinnvoll, das Modell der Verladebrücke mit positionsgeregeltem Katzfahrzeug zu entflechten. Ausgehend von einer solchen Struktur lässt sich sodann eine Regelung bestimmen und so einstellen, dass das Lastpendel beim Anfahren zunächst zurückschwingt, jedoch bei Erreichen der gewünschten Position des Katzfahrzeugs ohne weiteres Überschwingen seine Sollposition exakt unterhalb des Katzfahrzeugs einnimmt (s. nachfolgendes Bild).

Wie selbst die Schwerkraft sich überlisten lässt



Vollständig geregelte Verladebrücke

Das Balancieren eines aufrecht stehenden Stabs, auch bekannt unter der Bezeichnung „inverted pendulum“-Problem, ist ein Musterbeispiel für die Regelung intrinsisch instabiler Systeme. Es gehörte bereits in den 1960er und -70er Jahren zum üblichen Ausbildungskanon für angehende Regelungstechniker, weil es beim damaligen Stand des konventionellen Methodeninventars als nur relativ schwierig lösbar galt.



Transport einer Rakete zur Abschussrampe auf einer fahrbaren Plattform

Miä Lääwaafn

Unbestätigten Gerüchten zufolge sollen die Raketentransporte auf Cap Canaveral die Anregung zum „inverted pendulum“-Problem geliefert haben; galt es doch dort einen – im Vergleich zur Standfläche – sehr hohen Gegenstand ohne mechanische Stützung auf einer fahrbaren Plattform von dem Montage-Hangar zur Abschussrampe zu transportieren. Man kann sich leicht vorstellen, dass dies vor allem bei aufkommenden Windböen einem ausgesprochen abenteuerlichen Unterfangen gleichkam.

In diesem Zusammenhang sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass der aufrechte Gang des Menschen geradezu ein Musterbeispiel für die Lösung des „inverted pendulum“-Problems ist. Diese erfordert das Ineinandergreifen hochkomplexer neuraler Prozesse, weshalb er auch nur mühsam zu erlernen ist. Dies beginnt mit den *Exterozeptoren* der Fußsohlen (Druckrezeptoren, Mechanorezeptoren, Hautsinne), die den festen Stand auf dem Boden sowie die gleichmäßige Druckverteilung über die Standfläche signalisieren, und erstreckt sich über die *Propriozeptoren* der Beine sowie der gesamten Stützmuskulatur, d.h. Muskelspindel- und Sehnenrezeptoren, die zur Kontrolle von Lage, Stellung und Bewegung der Beine und des Rumpfes beitragen, und reicht bis hin zu den Mechanorezeptoren des Innenohrs, die überhaupt erst die Erfassung der Position und Bewegung relativ zum umgebenden Raum ermöglichen und die mit dem Gesichtssinn zum Gesamteindruck der Kinästhesie vervollständigt werden.

Nehmen wir beispielsweise die Muskelspindeln: dabei handelt es sich um Sinnesorgane in den Muskeln, die den Dehnungszustand der Skelettmuskulatur erfassen. Sie schützen die Muskeln vor Überdehnungen durch den Dehnungsreflex. Ferner stellen sie eine konstante Muskelspannung (Tonus) ein und sorgen dafür, dass diese aufrecht erhalten bleibt. Sie tragen darüber hinaus zur Feindosierung von Bewegungen bei, indem sie Muskelfasern – vergleichbar einem Servomechanismus – zu- oder abschalten können.

Im Innenohr des Menschen befindet sich ein wahres Wunderwerk zur

Wie selbst die Schwerkraft sich überlisten lässt

Erfassung von Bewegungen, der sogenannte Vestibularapparat. Er enthält den semizirkulären Kanal, in welchem Kopf- oder Körperdrehungen eine Trägheitsströmung der Endolymphe auslösen. Hierdurch werden die Cupulae in einer Art Zeigerbewegung in eine der ursächlichen Bewegung entgegengesetzten Richtung ausgelenkt. Diese Eigenbewegung übertragen sie auf die mit den Cupulae verbundenen Sinneszellen.

Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt des weiteren das otolithische System, das auch statolithischer Apparat genannt wird und für die Erfassung translatorischer Bewegungen sowie der Gravitationsbeschleunigung zuständig ist. Es besteht aus zwei nahezu senkrecht aufeinander stehenden Maculae. Ihre Funktion beruht auf Kalkkonkrementen, die in einer Membran, der sogenannten Macula, eingelagert sind. Körper- und Kopfbewegungen rufen bei diesen Teilchen wegen ihres höheren spezifischen Gewichts Scherbewegungen relativ zur umgebenden Gallertschicht hervor. Hierdurch werden unter der Gallertschicht befindliche Sinneszellen gereizt und entsprechende Nervenimpulse weitergegeben.

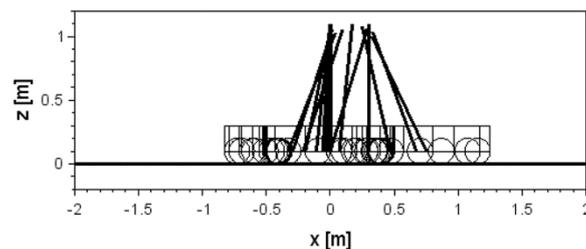


Aufrechter Gang bei der Hochseilakrobatik

Der Lohn für die heroische Errungenschaft des aufrechten Gangs ist der Aufstieg unserer menschlichen Spezies in für den Rest des Tierreichs unerreichbare Höhen der Entwicklungsgeschichte. Der aufrechte Gang, den nahezu jedes Menschenkind nach zahllosen Versuchen erlernt, bleibt – kybernetisch betrachtet – nach wie vor rätselhaft, auch wenn es

Miä Lääwaafn

immer besser gelingt, Automaten zu ersinnen, die sich inzwischen sogar höchst elegant und geschmeidig aufrecht bewegen können. Aber die Entwickler ahmen sich darin nur selber nach. Für sich ziehen die Automaten aus ihrem aufrechten Gang keinen weiteren Nutzen.



Animation des linearen geregelten inversen Pendels

Irgendwann einmal muss es den Großdichter Hans Magnus („der Große“) Enzensberger gejuckt haben, außer sich selber auch seinem einstigen Physiklehrer, einem gewissen Dr. Renner (Schüler von Arnold Sommerfeld), ein großdichterisches Großdenkmal zu setzen. Zu diesem Behufe dichtete er zum Thema „Gangarten“ so vor sich hin und gelangte zu dem Befund: so etwas wie jenen von irgendwelchen linken Spinnern gerne beschworenen aufrechten Gang gebe es genau genommen gar nicht – jedenfalls nicht bei uns Menschen, wenn man sich das hoffnungslose Vor-sich-hin Stolpern mangels Stabilisierbarkeit vergegenwärtige.

Solcherlei Sottisen des Großdichters zum Trotz halten wir an der Metapher (oder ist's eine Allegorie?) fest: für uns bleibt der aufrechte Gang die vor uns liegende, erst noch einzulösende Aufgabe; die Orthopädie des aufrechten Gangs, sozusagen dessen zugehörige „Aufrichtigkeitslehre“, lässt uns Ernst Bloch als vordringlichstes Projekt jeglicher sozialistisch einbeschriebenen Emanzipation angelegen sein.

Wir hatten damals schnell gelernt, das „inverted pendulum“-Problem zufriedenstellend zu lösen. Seitdem drängen seltsame, teilweise gar bizarre Produkte in Form von Segways, Einrädern, Monozykletten oder

Einachsvelozipeden auf den Markt. Beim Schlendern durch hübsche Metropolen – ruhmreiche Ausnahme: Venedig – läuft man mittlerweile Gefahr, von ganzen Touristenkonvois auf einachsigen „Personal Transporters“ umgemäht zu werden. Dem Vernehmen nach soll ja die Funktionsweise der Segways dem aufrechten Gang entsprechen. Nur: auch eine Karikatur mag Ähnlichkeiten mit dem Dargestellten haben – aber beide sind deshalb noch lange nicht wesensgleich.



Blüenträume monozyklischer Phantasien

Bevor ich die nichtlineare Regelung des aufrecht stehenden Pendels demonstriere, muss ich nun doch erst einmal ein Geständnis abgeben: es ist wirklich nur Spielerei. Genau genommen habe ich keine Ahnung von Mechanik, ich will auch gar keine haben; denn was uns auf diesem Gebiet seit vierhundert Jahren zugemutet wird, spottet ohnehin jeder Beschreibung. Ist es wirklich sinnvoll, weitere Denkarbeit hierfür zu vergeuden?

Das entkoppelte Differentialgleichungssystem des aufrechten Pendels lautet wie folgt:

$$\begin{aligned} \dot{x}_c &= v_c & \dot{v}_c &= \frac{1}{M+m} F & \dot{\alpha} &= \omega \\ \dot{\omega} &= -\frac{ml \sin \alpha \cos \alpha \omega^2}{Ml + ml \sin^2 \alpha} - \frac{(M+m)g \sin \alpha}{Ml + ml \sin^2 \alpha} - \frac{\cos \alpha}{Ml + ml \sin^2 \alpha} F \end{aligned}$$

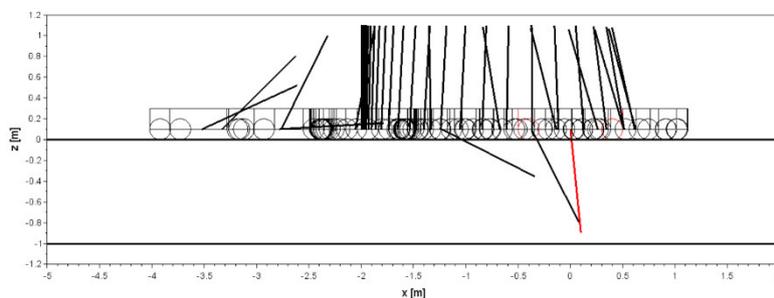
Miä Lääwaafn

An dieser Stelle dürfen wir uns fragen, was eigentlich die Ursache für die Instabilität des aufrechten Pendels ist. Dies lässt sich nunmehr sehr leicht beantworten: es ist die Schwerkraft. Das bedeutet, der zweite Term der rechten Seite der letzten Gleichung mit der Schwerkraftkonstanten g ist die Ursache für die Instabilität. Wenn wir den dritten Term so umgestalten, dass die Wirkung des Gravitationsfeldes aufgehoben wird, brauchen wir bloß

$$\frac{F \cos \alpha}{M l + m l \sin^2 \alpha} = - \frac{(M + m) g \sin \alpha}{M l + m l \sin^2 \alpha}$$

zu bilden – und schon befänden wir uns im schwerelosen Zustand.

Das System ist (linear) vollständig steuerbar und – wie die nachstehende Abbildung zeigt – gelingt es, das Pendel aus einer hängenden Anfangsposition in die aufrecht stehende zu überführen und dabei sogar noch – quasi nebenher – die Positionsregelung für den Wagen zu erledigen.



*Animation des nichtlinear geregelten inversen Pendels
(Anfangsposition hängend: rot)*

Was lernen wir aus alledem?

*Es geht um eine bestimmte, ziemlich kleine
Anzahl von unveränderlichen Wahrheiten. ...
Der Durchschnittsmensch zweifelt sie an.
Das Talent macht den vergeblichen Versuch, sie zu vermehren.
Und das Genie wiederholt sie.
(Egon Friedell, *Der Verkleidete*)*

Vor vielen Jahren kamen wir, G. und ich, überein, wir müssten endlich einmal ergründen, wie in der industriellen Forschung und Entwicklung echte „break-throughs“ eigentlich entstehen. G. hat das bestimmt längst vergessen; ihr Interesse gilt inzwischen vor allem Errungenschaften des Neolithikums, Stone Circles und dergleichen. Damals jedenfalls waren wir uns ziemlich rasch einig darin, dass der wesentliche Antrieb dafür aus dem Widerstand entspringen würde: aus der Fähigkeit also zu widersprechen, „Nein“ sagen zu können, Widerstand zu leisten. Wenn die Wahrnehmungsfilter erst einmal entsprechend eingestellt sind, wird man auch in der gegenwärtigen Literatur schnell fündig und weiß sich am Ende vor Beispielen hierfür nicht mehr zu retten.

Trotzdem: besieht man die philosophische Literatur der vergangenen – sagen wir 200 – Jahre auf Antworten darauf, wie „Neues im Werden“ oder das „Werden des Neuen“ aufgestöbert werden kann, wird es ziemlich schnell ziemlich still. Oh ja, Ernst Bloch lässt sich über die sieben Stadien der theoretisch-praktischen Wegfindung aus, als da wären:

- *Logisches Prädizieren*: Sein in Bewegung \Rightarrow allgemeine Aussagen in Bewegung; Begriffsbildung in der Abfolge Ergriff – Urteil – Begriff – Schluss.
- *Dimensionieren* in Raum und Zeit: Raum und Zeit sind keine starren Schranken, sondern konkret-elastisches Weg- und Führungsfeld variabler Struktur.
- *Objektivieren* in kausal-finalen Transmissionskategorien: kausale

Verknüpfung zwischen Bedingungen und Wirkungen, aber Wechselwirkung zwischen Ursache und Wirkung.

- *Manifestieren* in Gestaltkategorien: alle Gestaltkategorien als Maße eines Novums, die sich kreativ selber dialektisch verwandeln.
- *Kommunizieren* in Gebietskategorien: Prinzip Hoffnung als Zentralkategorie, als Gebietskategorie des Nicht-Gebietshaften, als Invariante der einen, grundsätzlichen, unnachlässigen Richtung.
- *Identifizieren*: substantielles Identifizieren; Identischwerden von Subjekt und Objekt, aber von sich änderndem Subjekt und Objekt.
- *Realisieren* des Realisierenden: Gegensatz von Theorie und Praxis muss sich zunehmend aufheben im tätigen Durchdringen beider; Fortbildtheorie statt Abbildtheorie.

Nachdem ich dies exzerpiert hatte, notierte ich: „Lachen ist die einzig vertretbare Einstellung in einem Universum, das ein Witz ist, der sich selbst erzählt.“ Mal ganz ehrlich: wie soll man in „Gestaltkategorien als Maßen des Novums“ manifestieren, wenn die sich womöglich ständig „kreativ selber dialektisch verwandeln“? Noch dazu, wo Bloch selbst geschrieben hat: „Wo von Gestalt gesprochen wird, da schieße hinein“ – eine für Bloch doch recht ungewöhnlich scharfe Formulierung!

Gibt es so etwas wie „Novum“ oder „Innovation“ überhaupt? Also Veränderungen, bei denen sich etwas qualitativ Neues ereignet. In der Wissenschaftsgeschichte wurden auf diese Frage zweierlei Antworten gegeben: die *Epigenese* vertritt die Auffassung, die Anlagen des Organismus bestehen aus einem nichtorganisierten amorphen Material, das erst im weiteren Verlauf der Entwicklung durch eine göttliche, ordnende Lebenskraft, vis essentialis, seine Gliederung, Struktur bzw. seinen Informationsgehalt bekommt; demgegenüber sind die Vertreter der *Präformationslehre* (zu denen übrigens auch Leibniz zu zählen ist) der Meinung, die Entstehung des Lebens sei als Entfaltung eines vorgeformten Keims aufzufassen.

Beiden Antworten liegen weiterreichende Konzepte zugrunde, die ent-

weder dem Sein oder dem Werden den Vorrang geben: die Präformationslehre würde demgemäß der parmenidischen Linie folgen, während die Epigenese im weitesten Sinne herakleitisch zu interpretieren wäre. Mir will ohnehin scheinen, als hätten die Vorsokratiker in ihrer Hellsichtigkeit bereits alle Möglichkeiten erschöpfend erwogen und diskutiert. Und alles, was unsere Epoche dem noch hinzuzufügen weiß, bewegt sich entlang den Feldlinien, die die beiden Pole miteinander verbinden.

Doch zurück zum Thema Systementwicklung und Innovation (die Machbarkeit lassen wir mal beiseite, die Deskription wäre ja schon sehr schön!). Wenn ich also die zeitliche Veränderung irgendeines Objekts betrachte, so stellt sich die Frage, von wann ab dieses Objekt einen „qualitativen Sprung“ macht, so dass aus A ein nicht-A oder besser noch: ein *neues* B geworden ist. Das ist, etwas umständlich formuliert, das eigentliche Thema, um das es mir geht.

In der zeitlichen Veränderung gibt es oftmals etwas Invariantes, was bislang das Interesse der Wissenschaften auf sich gezogen hat, weil wir es bislang mit Wissenschaften des Invarianten, des Seins zu tun gehabt haben. Nunmehr aber interessiert uns das genaue Gegenteil. Nicht die Unveränderbarkeit im steten Strom der Veränderung, sondern die Veränderung in der Veränderung, der Umschlag im Wandel, das Neue, Innovative im Gewohnten.

Das bedeutet, wir bewegen uns weg von der Welt des Equilibriums, wir verabschieden uns von dem Paradigma des Stationären. Was sich anbahnt in Wissenschaften, Kultur, Politik, Wirtschaft, ist das Paradigma der Veränderung, das Paradigma der *Innovation*. Dementsprechend steht auch nicht mehr die Stabilität des Equilibriums im Mittelpunkt, sondern die Provokation von Chaos. Die Welt wird als intrinsisch kontinuierlich und nahwirkungsverschränkt gedacht; zugleich bricht sie sich an un stetigen Übergängen, zeigt sich – auch in der Idealisierung – als atomar und diskret.

Miä Lääwaafn

Zwischen diesen un stetigen Übergängen gilt es, Gebiete zu identifizieren, in denen sich die Objekte ähnlich verhalten. An diesen Stellen könnte die Einführung *unscharfer Klassen* (fuzzy classes) wichtig werden. Dabei ist jedoch festzuhalten, dass ein Objekt, das sich mehr und mehr *unähnlich* wird, dennoch ein und dasselbe Objekt ist. Ähnlichkeit bzw. Unähnlichkeit ist somit, bezogen auf einem Objektprototyp, ein anderer Ausdruck für Unentwickeltheit oder Entwickeltheit.

Innovation ist also ein einzelnes Merkmal oder ein Satz von Merkmalen, die es jetzt gibt, vorher aber nicht gegeben hat. Etwas Neues tritt bei dem Objekt auf, kommt hinzu, steigt vielleicht aus den eigenen, genotypischen Tiefen an die phänotypische Oberfläche. Innovation ist eindeutig erstmalig auftretende Information, die mit den vergangenen Daten nichts zu tun hat.

Insofern dürfte die technische Definition von Innovationsprozessen beim Kalman-Filter ihrem Kern nach korrekt sein, die besagt, dass Innovationsprozesse (stochastisch) unabhängige, in sich unkorrelierte Vorgänge sind. Dabei tritt ein weiterer interessanter Beobachtungsaspekt hinzu: die Information über den in Rede stehenden Prozess muss ausgeschöpft sein; erst dann wird aus einem Residuenprozess ein Innovationsprozess. Also: Innovation = Residuen bei vollständig ausgeschöpfter Information. Schließlich darf Innovation nicht vom subjektiven Kenntnisstand abhängen. Ansonsten wäre alles innovativ, was eigentlich lediglich überraschend ist.

Ich möchte betonen, dass das, was mich hierbei bewegt, längst nicht mehr rein akademisches Gefeixe ist, wie anfangs unsere rotweinbetonten nächtelangen Diskussionen über „Neues im Werden“ angelegt gewesen sein mögen. Es geht um bedeutend mehr!

Fangen wir einfach mal damit an, dass allein 2016, dem bedeutenden Menschenrechtsaktivisten Jean Ziegler zufolge, auf den Schlachtfeldern von Hunger, Epidemien und den fatalen Folgen des Klimawandels

54 Millionen Menschen gefallen sind. Er konstatiert, der Dritte Weltkrieg gegen die Völker der Dritten Welt habe längst begonnen. Dabei sind beispielsweise die anderthalb Millionen Todesopfer, die der motorisierte Individualverkehr weltweit jährlich fordert, noch nicht einmal berücksichtigt. Und: es steht nirgends geschrieben, dass die Insassen der Ersten oder Zweiten Welt auf Dauer davor bewahrt blieben.

Das heißt, wir lassen es zu, dass unsere Art des Wirtschaftens Jahr für Jahr annähernd so viele Todesopfer produziert, wie der ganze Zweite Weltkrieg in sechs Jahren.

Vor geraumer Zeit hat Naomi Klein diese Art des Wirtschaftens als Katastrophen-Kapitalismus gekennzeichnet. Diese fundamentalistische Form des Kapitalismus bediene sich, so Klein, der „brutalsten Formen von Gewalt ... , die man sowohl einer Bevölkerung kollektiv als auch einer Person individuell antun kann“. Deren durchgängiges Arbeitsprinzip beruhe auf einer Art Schocktherapie, wobei es deren Vordenkern, hauptsächlich einst an der Chicago University trainierten Wirtschaftsfunktionären, gleichgültig ist, ob die Schockzustände durch natürliche Katastrophen wie Erdbeben, Hurrikans oder Überschwemmungen herbeigeführt werden, oder durch von außen angezettelte Bürgerkriege oder mittels militärischer Überfälle wie auf Jugoslawien, auf Afghanistan, auf den Irak, Libyen, Syrien usw. Und nicht zu vergessen – nur diesmal auf US-amerikanischem Territorium: der 9/11 im Jahre 2001.

Naomi Klein verweist zudem auf die enggestrickten ideologischen Zusammenhänge mit Methoden der Folter, durch die bei Individuen ähnliche Schockzustände hervorgerufen werden wie bei den zuvor genannten gesellschaftlichen Katastrophen. In beiderlei Strategien geht es darum, gewachsene Beziehungen und Merkmale zu zerschlagen, auszulöschen, um auf der so entstandenen „tabula rasa“ etwas Neues zu errichten: das Regime des korporatistischen Wirtschaftens, sprich: des neoliberalen, neokonservativen, marktradikalen Kapitalismus in Reinkultur, in welchem der Staat und dessen Bürger nichts mehr zu melden haben.

Miä Lääwaafn

Damit einhergehend: die weitestgehende Auslöschung sozialer Einrichtungen, der Mensch dann selbstredend nicht mehr das „Ensemble gesellschaftlicher Verhältnisse“, sondern nur noch und ausschließlich Mehrwertlieferant und Konsumidiot.

Es gehört zu den großen Paradoxien unserer Zeit, dass noch nie so viel Wissen allgemein verbreitet und zugänglich geworden ist, und dennoch wir Menschen uns verhalten, als hockten wir immer noch auf unseren Bäumen. Gebannt verfolgen wir die Geschehnisse um uns herum, können uns aber keinen Reim darauf machen. Es ist, als würden die Himmel sich verfinstern, die Sterne herabfallen – wir aber versuchen, fröhlich pfeifend, so weiter zu machen wie bisher.

Das, was Jean Ziegler und Naomi Klein, jeweils aus ihrer Perspektive, schildern, was auch Warren Buffett in seiner unnachahmlichen Imperitienz von sich gibt, das alles sind keine Tatbestände mehr, über die man anlässlich irgendwelcher Kabarettbelustigungen mal kurz vor sich hin kichern könnte. Wir sollten vielmehr Obacht geben. Die Einschläge kommen näher, und ehe wir uns versehen sind wir mittendrin im Krieg Reich gegen Arm, Kapital gegen Arbeit, Oben gegen uns da unten.

Wir ahnen es mehr als wir wissen: die Gegenwart ist gegenüber der Zukunft so offen wie lange nicht mehr. Unsicherheit macht sich breit. Vielfältige Erscheinungen sind dabei, sich einander zu überlagern, nur einen Weg wird die Zukunft sich aus alledem schon aussuchen. Statt mit offenen Müulern dabei zu stehen, ohne sagen zu können, was uns da eigentlich geschieht, sollten wir uns schleunigst auf die Suche nach etwas Neuem machen – nicht nach einem Neuen an sich, sondern nach dem Neuen für uns.

*In novitate vitae ambulemus
(Paulus von Tarsus)*

Anlässlich meines Ablebens

Wir sind heute versammelt, meiner, so wie es Brauch ist, zu gedenken. Um jedoch zu vermeiden, dass zu viel Unwahres oder gar Unsinniges verbreitet wird, gestatte ich mir, diese Rede, wenn schon aus erfindlichen Gründen nicht mehr selber zu halten, so doch wenigstens zu verfassen.

Jede Zeitung, die auf sich hält, jedes Medium, das sich zu den qualitativ hochwertigen zählt, produziert Nachrufe auf wichtige Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens vor, um im Falle von deren Ableben schnell reagieren zu können. Dabei kann es immer wieder vorkommen, dass ein solcher Nachruf versehentlich vorzeitig herausrutscht. Mark Twain reagierte auf eine solch voreilige Meldung der *New York Times* mit seiner berühmten Leserzuschrift: „Die Nachricht von meinem Ableben war etwas übertrieben.“

Was mich betrifft, muss ich zu meiner eigenen Überraschung gestehen: mein Ableben ist ein Faktum – auch wenn mir dies in diesem Moment, da ich das schreibe, unfassbar übertrieben und reichlich unwirklich vorkommt.

Hätte ich meinem Leben ein Motto zu geben gehabt, so bekenne ich ehrlichen Herzens, dass mir das von Ernst Bloch entlehnte und von mir auf unseren Vater gemünzte *Homo semper tiro* am besten gefallen hätte. Es stimmt doch: der Mensch, jeder von uns, ob jung oder alt, ist (oder sollte sein) immer ein Lernender. Glückliche Umstände haben es mir erlaubt, ein Leben lang getreu diesem Motto zu leben: in der Schule, an der Hochschule sowieso, aber eben auch später als angehender Wissenschaftler, danach in der Wirtschaft und später als Hochschullehrer. Dabei ich hätte besser daran getan, ein ganz anderes Motto aus Blochs Werk in Anspruch zu nehmen, nämlich: der Sinn des Lebens ist, dem Leben einen Sinn zu geben. Aber ich wäre mir gar nicht so sicher, ob mir die Umsetzung auch nur ansatzweise gelungen ist – etwa dadurch,

Miä Lääwaafn

die Welt etwas besser gemacht zu haben. Ich könnte nur behaupten, ich hätte mich bemüht.

Ich hatte mein Leben lang das Privileg, mich mit allem Möglichen zu beschäftigen, und nur ausnahmsweise war ich gezwungen, meinen Unterhalt durch fremdbestimmte Arbeit zu verdienen. Mir ist die Frage unvergessen, die mir jemand aus unserer fernerer Verwandtschaft einmal gestellt hat, nachdem ich von meiner Tätigkeit an der Universität erzählte: „Was, und damit kann man Geld verdienen?“ Möglich, dass ich leicht indigniert geschaut habe, aber aus der Sicht des Fragenden, Inhaber eines Handwerksbetriebes und zweifellos ein wirklicher Meister seines Faches, muss der Wert solchen Tuns gar nicht anders als im Dunkeln geblieben sein.

Tatsächlich ist das Privileg, nach Wahrheit zu suchen, wie dies einst Leitgedanke der Wissenschaften gewesen ist, schon seit sehr, sehr langer Zeit aus der Mode gekommen. Geblieben ist das, was am meisten Geld, den größten Umsatz, die höchste Anerkennung garantiert – eben all das, was einer Gesellschaft gebührt, die alles, was ihr in die Fänge gerät, zum Warentausch auf irgendwelchen halluzinierten Märkten schafft. Sieht man von einer verschwindend kleinen Minderheit ab, betreibt heute doch niemand mehr Wissenschaft im Geiste eines „Bekenntnisses zur Erkenntnis“, worin die Berufsbezeichnung Professor, nebenbei gesagt, ihre Wurzel hat: nicht im Profit nämlich, sondern in dem schönen Verb *profiteor, professus sum, profiteri* – ich bekenne, ich habe bekannt, bekennen.

Seit ich Rentner bin und somit meine Beschäftigung vollends frei von äußeren Zwängen bestimme, finde ich endlich die Zeit, mich eingehender – und nicht nur im Sturzflug schnell aufgelesener Zitate – mit vielerlei Dingen auseinanderzusetzen. Meine kleine Schwester musste sehr lachen, als ich ihr voller Ernst erklärte, dass mich am meisten interessiert, was ich gar nicht verstehe. Ein Beispiel dafür ist Hegels Dialektik. Ich lerne wie ein Anfänger, versuche mich dem von ihm errichteten Gebirgsmassiv anzunähern, in es einzudringen und den einen oder anderen

Hügel zu erklimmen. Mit mäßigem Erfolg übrigens.

Womit beschäftige ich mich also? Mit Kulturen, mit Religionen, mit Christentümern, mit Atheismen und solchen Sachen. Weise macht mich das nicht. Eher ratlos und zornig, weil es uns nicht gelingt, der grauenhaften Abfolge von Kriegen und Massakern endlich Einhalt zu gebieten. Wir schaffen es zwar, zum Mond, vielleicht irgendwann auch zum Mars zu fliegen. Aber wir sind unfähig dafür zu sorgen, dass alle Menschenkinder auf der ganzen Welt zuversichtlich in ihre Zukunft blicken können. Stattdessen lassen wir uns zu Kriegen der Zivilisationen oder zu Kämpfen der Religionen aufhetzen.

Ich habe mich in letzter Zeit auch wieder etwas ausgiebiger mit Kybernetik beschäftigt, mit allgemeiner Systemtheorie und mit Informationstheorie. Ich glaubte lange Zeit ganz ernsthaft daran, in diesen Disziplinen wäre noch Großes zu vollbringen, was den Menschen wirklich nützt oder sie wenigstens zu selbständig denkenden Persönlichkeiten werden lässt. Vermutlich aber verhält es sich selbst bei noch so großartigen Theorien wie mit den Wolken, zu denen du träumst und deren Flug du wünschtest: doch „eh“ sie den Rand deiner Sehnsucht berühren, zerfließen sie in nichts“ (Jörg Kramer).

Genug geschwätzt.

Ich verabschiede mich von euch nun in aller Form. Ich danke euch allen, die ihr mir mit Verständnis und Langmut zur Seite gestanden seid. Es war mir ein Vergnügen, bei euch gewesen zu sein. Seht mir meine Melancholie nach und behaltet mich in freundlicher Erinnerung.

Miä Lääwaafn

Reflexionen zum schlechten End (Coda in B^b)

Da hockst du nun im kurzen Hemd
Ungewiss ob du den nächsten
Frühling noch erlebst
Was wird aus all den krausen Gedanken
Die du im Laufe der vorbei rauschenden Jahre
Ausgeklügelt hast
Aus dem zusammengerafften Geld dem Häuschen
Den Tausenden Büchern den hübschen Möbeln
Von all deinen Dingen ganz zu schweigen
Erinnerungen von dir Erinnerungen an dich
Die einen sind sogleich ins Nichts zerstoßen
Die anderen verblassen schnell
Vergebung für Alles was mit mir
In lichtlose Verschwiegenheit entschwindet
Lasst mich jetzt weiter Vergängliches denken
Kraft aufnehmen
Für die nächsten Minuten Stunden Tage
Entschuldigung
Ich bin dann mal weg
Rauchen

Miä Lääwaafn

Literatur

Biologie

R. Axelrod: The Evolution of Co-operation. London, Penguin, 1984.

R. Axelrod: The Complexity of Cooperation – Agent-Based Models of Competition and Collaboration. Princeton/NJ, Princeton University Press, 1997.

D. MacFarland: Biologie des Verhaltens: Evolution, Physiologie, Psychologie. Heidelberg/Berlin, Spektrum Akademie Verlag, 1999.

M. Midgley: Evolution as a Religion – Strange hopes and stranger fears. London/New York, Methuen, 1985.

M.A. Novak: Evolutionary Dynamics – Exploring the Equations of Life. Cambridge/Mass., Harvard University Press, 2006.

M. Schmidt-Salomon: Manifest des Evolutionären Humanismus – Plädoyer für eine zeitgemäße Leitkultur. Aschaffenburg, Alibri Verlag, 2006.

Erfindungstheorie

G.S. Altshuller: And Suddenly the Inventor Appeared – TRIZ, the Theory of Inventive Problem Solving. Worcester/Mass., Technical Innovation Center, 1986.

G.S. Altshuller: Erfinden – Wege zur Lösung technischer Probleme. Berlin, Verlag Technik, 1998.

Kybernetik

W.R. Ashby: An Introduction to Cybernetics. London, Chapman & Hall, 1957.

K. Devlin: Logic and Information. Cambridge, Cambridge University Press, 1991.

Miä Lääwaafn

E.T. Jaynes: Information Theory and Statistical Mechanics. The Physical Review Vol. 106, No. 4, 1957.

E.T. Jaynes: Information Theory and Statistical Mechanics, II. The Physical Review Vol. 108, No. 2, 1957.

G. Klaus: Kybernetik in philosophischer Sicht. Berlin, Dietz Verlag, 1963.

G. Klaus: Kybernetik und Gesellschaft. Berlin, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1965.

G. Klaus, H. Liebscher: Wörterbuch der Kybernetik. Berlin, Dietz Verlag, 1968.

G. Klaus: Kybernetik und Erkenntnistheorie. Berlin, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1969.

F. Klix: Information und Verhalten: Kybernetische Aspekte der organismischen Informationsverarbeitung. Bern/Stuttgart/Wien, Verlag Hans Huber, 1976.

F. Klix: Erwachendes Denken: Eine Entwicklungsgeschichte der menschlichen Intelligenz. Berlin, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1980.

M. Peschel: Moderne Anwendungen algebraischer Methoden. Berlin, VEB Verlag Technik, 1971.

M. Peschel, G. Wunsch: Methoden und Prinzipien der Systemtheorie. Berlin, VEB Verlag Technik, 1972.

M. Peschel: Modellbildung für Signale und Systeme. Berlin, VEB Verlag Technik, 1978.

M. Peschel: Ingenieurtechnische Entscheidungen – Modellbildung und Steuerung mit Hilfe der Polyoptimierung. Berlin, VEB Verlag Technik, 1980.

M. Peschel, F. Breitenecker: Kreisdynamik. Berlin, Akademie Verlag, 1986.

M. Peschel, W. Mende: The Predator-Prey Model – Do We Live in a

Volterra World? Wien/New York, Springer, 1986.

N. Wiener: Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine. Cambridge/Mass., MIT Press, 1948.

N. Wiener: Time Series. Cambridge/Mass., MIT Press, 1949.

N. Wiener: The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society. Cambridge/Mass., MIT Press, 1954.

N. Wiener: God and Golem, Inc. A Comment on Certain Points where Cybernetics Impinges on Religion. Cambridge/Mass., MIT Press, 1964.

N. Wiener: Collected Works with Commentaries Vol. IV: Cybernetics, Science, and Society. Cambridge/Mass., MIT Press, 1983.

N. Wiener: Invention – The Care and Feeding of Ideas. Cambridge/Mass., MIT Press, 1993.

Mathematik

C.P. Ortlieb: Methodische Probleme und methodische Fehler der Mathematischen Modellierung in der Volkswirtschaftslehre. Hamburger Beiträge zur Modellierung und Simulation, Heft 18, 2004.

H.-O. Peitgen, P-H. Richter: The Beauty of Fractals. Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo, Springer-Verlag, 1986.

Ökonomie

W.P. Cockshott, A.F. Cottrell, G.J. Michaelson, I.P. Wright, V.M. Yakovenko: Classical Econophysics. London/New York, Routledge, 2014.

E. Farjoun, M. Machover: Laws of Chaos – A Probabilistic Approach to Political Economy. London, Verso, 1983.

A. Kliman: The Failure of Capitalist Production – Underlying Causes of the Great Recession. London, Pluto Press, 2009.

K. Marx: Das Kapital – Kritik der politischen Ökonomie. Kindle, 2014.

T. Piketty: Das Kapital im 21. Jahrhundert. München, Beck, 2016.

Philosophie

E. Bloch: Tübinger Einleitung in die Philosophie. Frankfurt am Main, Suhrkamp Verlag, 1963/1964.

E. Bloch: Das Prinzip Hoffnung, Band 1 bis 3. Frankfurt am Main, Suhrkamp Verlag, 1959.

E. Bloch: Subjekt – Objekt, Erläuterungen zu Hegel. Frankfurt am Main, Suhrkamp Verlag, 1972.

E. Bloch: Experimentum Mundi – Frage, Kategorien des Herausbringens, Praxis. Frankfurt am Main, Suhrkamp Verlag, 1975.

F. Engels: Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft („Anti-Dühring“). In: Marx-Engels Werke (MEW) Band 20. Berlin, Dietz Verlag, 1962.

F. Engels: Dialektik der Natur. In: Marx-Engels Werke (MEW) Band 20. Berlin, Dietz Verlag, 1962.

G. Günther: Grundzüge einer neuen Theorie des Denkens in Hegels Logik. Hamburg, Meiner Verlag, 1978.

G. Günther: Das Bewusstsein der Maschinen. Krefeld/Baden Baden, Agis Verlag, 1963.

G.W.F. Hegel: Dissertatio Philosophica de Orbitis Planetarum (translated from the Latin original by D. Healan). Berlin/Yokohama, 2006.

G.W.F. Hegel: Philosophische Propädeutik, Gymnasialreden und Gutachten über den Philosophie-Unterricht. Stuttgart, Frommanns Verlag, 1949.

G.W.F. Hegel: Phänomenologie des Geistes. Frankfurt am Main, Suhrkamp Verlag, 1977.

G.W.F. Hegel: Wissenschaft der Logik, Erster und Zweiter Teil. Hamburg, Meiner Verlag,

G.W.F. Hegel: Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften. Hamburg, Meiner Verlag, 1991.

H.H. Holz: Weltentwurf und Reflexion: Versuch einer Grundlegung der

Dialektik. Stuttgart, J.B. Metzler, 2005.

H. Hörz, H. Liebscher, R. Löther, E. Schmutzer, S. Wollgast (Hrsg.): Philosophie und Naturwissenschaften: Wörterbuch zu den philosophischen Fragen der Naturwissenschaften. Bonn, Pahl-Rugenstein Verlag, 1991.

I. Kant: Die drei Kritiken in ihrem Zusammenhang mit dem Gesamtwerk. Stuttgart, Kröner Verlag, 1975.

G. Klaus, M. Buhr (Hrsg.): Philosophisches Wörterbuch. Leipzig, VEB Verlag Enzyklopädie, 1974.

G. Klaus: Spieltheorie in philosophischer Sicht. Berlin, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1968.

W.I. Lenin: Materialismus und Empiriokritizismus. In: Lenin Werke Band 14. Berlin, Dietz Verlag, 1975.

W.I. Lenin: Philosophische Hefte. In: Lenin Werke Band 38. Berlin, Dietz Verlag, 1964.

K. Marx: Zur Kritik der Hegelschen Rechtsphilosophie. In Marx-Engels-Werke (MEW) Band 1. Berlin, Dietz Verlag, 1976.

K. Marx: Die deutsche Ideologie. In Marx-Engels-Werke (MEW) Band 3. Berlin, Dietz Verlag, 1969.

K. Marx: Thesen über Feuerbach. In Marx-Engels-Werke (MEW) Band 3. Berlin, Dietz Verlag, 1978.

K. Marx: Ökonomisch-philosophische Manuskripte. Kindle, 2017.

A. Speiser: Elemente der Philosophie und der Mathematik – Eine Anleitung zum inhaltlichen Denken. Basel, Verlag Birkhäuser, 1952.

Physik

W. Ebeling, A. Engel, R. Feistel: Physik der Evolutionsprozesse. Berlin, Akademie Verlag, 1990.

H. Haken: Synergetik – Eine Einführung. Berlin/Heidelberg/New York, Springer Verlag, 1982.

Miä Lääwaafn

E. Jantsch: Die Selbstorganisation des Universums – Vom Urknall zum menschlichen Geist. München/Wien, Hanser Verlag, 1992.

L.D. Landau, E.M. Lifschitz: Lehrbuch der theoretischen Physik: in 10 Bänden. Thun/Frankfurt am Main, Deutsch Verlag, 1997 ff.

I. Newton: The Principia – Mathematical principles and natural philosophy. Berkeley/Los Angeles/London, University of California Press, 1999.

G. Nicolis, I. Prigogine: Die Erforschung des Komplexen – Auf dem Weg zu einem neuen Verständnis der Naturwissenschaften. München/Zürich, Piper Verlag, 1987.

K. Simonyi: Kulturgeschichte der Physik. Thun/Frankfurt am Main, Deutsch Verlag, 1990.

Theorie des Radfahrens

K.J. Åström: Using Bicycles to Teach Limitations in Control Design. University of Illinois Urbana-Champaign, February 13, 2001.

K.J. Åström: Manual Control of Unstable Systems. Supélec Paris, September 11, 2001.

K.J. Åström: Bicycle dynamic. In: (ders.) Control System Design. (ohne Ort) 2002, S. 149-156.

K.J. Åström: Bicycles – A Mechatronic View. Mekatronikmöte, Göteborg, August 28, 2003.

K.J. Åström: Bicycle Dynamics and Control. Delft University, June, 2004.

K.J. Åström: Bicycle Dynamics. In: K.J. Åström, R.M. Murray: Feedback Systems – An Introduction for Scientists and Engineers. Princeton and Oxford, 2008, S. 71-73.

K.J. Åström, J. Lunze: Warum können wir Fahrrad fahren? Automatisierungstechnik 49 (2001), S. 427-435.

K.J. Åström, R.E. Klein, A. Lennartsson: Bicycle dynamics and control – adapted bicycles for education and research. IEEE Contr. Syst. Mag.,

Aug. 2005, 26-47.

C. Bourlet: Étude théorique sur la bicyclette. Bulletin de la S.M.F. , tome 47 (1899).

M.J. Boussinesq: Aperçu sur la théorie de la bicyclette. Journal de Mathématiques pures et appliqués, tome cinquième, année 1899, 117-135, 217-232.

M.E. Carvallo: Théorie du mouvement du monocycle et de la bicyclette. Mémoire couronné par l'Académie des Sciences, 1898.

P. Eykhoff: System Identification – Parameter and State Estimation. London/New York, Wiley, 1974.

G. Franke, W. Suhr, F. Riess: An advanced model of bicycle dynamics. Eur. J. Phys. 11 (1990), 116-121.

R.S. Hand: Comparisons and Stability Analysis of Linearized Equations of Motion for a Basic Bicycle Model. Master Thesis, 1988, Cornell University.

M. Hubbard, R. Hess, J.K. Moore, D.L. Peterson: Human control of bicycle dynamics with experimental validation and implications for bike handling and design. NSF Conf. Engineering Research and Innovation, Atlanta (Georgia), 2011.

D.E.H. Jones: The stability of the bicycle. Physics Today, 23(4), 1970, 34-40.

F. Klein, A. Sommerfeld: Über die Theorie des Kreisels, Heft 4: Die technischen Anwendungen der Kreiseltheorie. Leipzig, Teubner, 1910 (S. 863-884).

R.E. Klein: Using bicycles to teach system dynamics. IEEE Contr. Syst. Mag., April 1989.

J. Lowell, H.D. McKell: The stability of bicycles. Am. J. Phys. 50 (12), Dec. 1982.

J. Maddox: Bicycling about to be explained? Nature, Vol. 346, 2 August 1990.

Miä Lääwaafn

J.M. Papadopoulos: Bicycle Steering Dynamics and Self-Stability – A Summary on Work in Progress. Cornell Bicycle Research Project, Dec. 15 1987.

J.M. Papadopoulos, R.S. Hand, A. Ruina: Bicycle and Motorcycle Balance and Steer Dynamics. Cornell Bicycle Research Project, July 3 1990.

W.J.M. Rankine: On the dynamical principles of the motion of velocipedes. *The Engineer*, Aug. and Sept. 1869, Jan. 1870.

G.R.R. Routh: On the motion of a bicycle. *The Messenger of Mathematics*, Vol. 28, May 1898 – April 1899.

A.L. Schwab, J.P. Meijaard, J.M. Papadopoulos: Benchmark results on the linearized equations of motion of an uncontrolled bicycle. Proc. ACMD '04, The Second Asian Conference on Multibody Dynamics 2004, Aug. 1 – 4, Seoul, Korea.

T.B. Sheridan, W.R. Ferrell: *Man-Machine Systems – Information, Control, and Decision Models of Human Performance*. Cambridge/Mass., MIT Press, 1981.

S. Timoshenko, D.H. Young: *Advanced Dynamics*. New York, Toronto, London: McGraw-Hill, 1948.

D.H. Weir: *Motorcycle Handling Dynamics and Rider Control and the Effect of Design Configuration on Response and Performance*. Doctor Thesis, University of California Los Angeles, 1972.

F.J.W. Whipple: The stability of the motion of a bicycle. *Quart. J. of Pure and Applied Math.*, Vol. 30, 1899, 312-348.

D.G. Wilson: *Bicycling Science*. Cambridge/Mass., MIT Press, 2004.

H.R. Zeller: *Physik des Fahrradfahrens – Physics of Bicycle Riding*. <https://sites.google.com/site/bikephysics/Home>, 2013.