Inhalt

1
Eine Geschichte der Kurve

Daxkurve

Eine solide, schwarze Linie wandert unsicher von links unten nach rechts oben (Abb. 1). Sie bewegt sich vor hellblauem Hintergrund in einem aus Punktlinien angedeuteten Raster. An den horizontalen Gerüstlinien des Rasters sind links Indexzahlen angebracht, unten sind abgekürzte Monatsnamen aufgetragen. Die Graphik ist durch wenige Worte und Zahlen angereichert. Eine Überschrift weist darauf hin, dass der Verlauf des Deutschen Aktienindex (Dax) dargestellt wird und sich die Kurve aus dessen Tagesschlussständen in Punkten zusammensetzt. Links der Überschrift sitzt ein nach rechts oben weisender Pfeil, der die grobe Bewegungsrichtung der Kurve imitiert. Letzter und vorletzter Schlussstand des Dax sind numerisch angegeben, auf zwei Nachkommastellen genau.

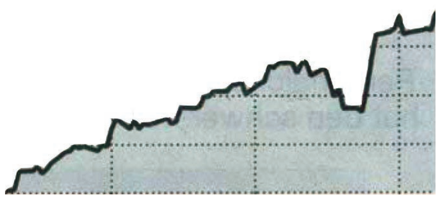

Abb. 1 Daxkurve in der Süddeutschen Zeitung vom 10. Februar 2006

Diese Kurve ist ein Schaubild aus dem Wirtschaftsteil der Süddeutschen Zeitung (SZ) vom 10. Februar 2006. Mit jeder neuen Ausgabe sitzt die Graphik im oberen, rechten Winkel der Seite. Das Format beträgt 5,7 cm in der Breite und 3,5 cm in der Höhe und bleibt von Tag zu Tag unverändert, lediglich die Kurve wandert täglich ein kleines Stück weiter nach rechts. Auf der Zeitungsseite selbst findet sich in keinem

Text, keiner Tabelle und keinem anderen Schaubild ein ausdrücklicher Verweis auf die Graphik. Weder wird ihre Funktionsweise erläutert noch wird sie als Argument herangezogen. Die Kurve steht für sich und diese oberflächliche Bezuglosigkeit ist der deutlichste Hinweis darauf, dass sie Teil unserer visuellen Umgangssprache ist. Durch die Konstanz ihrer systematischen und bildlichen Parameter ist sie im Wortsinn selbstverständlich und wird gleichzeitig wahrgenommen und dekodiert.

Das charakteristische Raster, vor dem sich die Kurve bewegt, deutet einen rechtwinkligen Koordinatenraum an. Auf vertikaler und horizontaler Achse sind numerische Systeme aufgetragen, deren Größenordnung nach oben bzw. nach rechts zunimmt; die Beschriftungen der Achsen wiederum befinden sich am linken bzw. am unteren Rand des Koordinatenraums. So wird auf zweierlei Weise der Raum für die Bewegung der Linie nach rechts oben geöffnet. Die Linie selbst ist die Spur eines Punkts, der zwei sich überlagernden Bewegungen unterworfen ist. In der Vertikalen wirkt eine Beschleunigung nach oben oder nach unten, in der Horizontalen findet eine gleichförmige Verschiebung nach rechts statt.

Planetenbahnen im *Codex Latinus 14436*

Sieben Kurven liegen auf einem handgezeichneten Raster (Abb. 2), an dessen linkem Rand die lateinischen Namen von sieben Himmelskörpern stehen. Von unten nach oben sind Mond, Jupiter, Mars, Sonne, Saturn, Merkur und Venus jeweils einer Kurve zugeordnet, die zwei Bewegungen in sich vereint. Eine periodische Schwingung greift in der Vertikalen mit etwa gleichbleibender Amplitude aus. Diese Auf- und Abbewegung wird durch die Überlagerung mit einer horizontalen Verschiebung zu einem Panorama von Bergen und Tälern. Die waagrechte Bewegung verläuft von links nach rechts, wie die Beschriftung des Rasters am linken Rand und das Ausfransen der Kurven am rechten Rand nahe legen.

Die Zeichnung wirkt insgesamt unsicher, da sowohl die Kurven als auch das Raster freihand gezeichnet sind. Die Linien des Rasters sind nicht gerade gezogen und ihre Abstände variieren. An manchen Stellen ist die Führung der Kurven unschlüssig und trägt sichtbare Korrekturen und Neuansätze, wie z. B. nach dem ersten Wendepunkt von Venus und Mond oder in der Mittelzone der Marskurve. Auffällig ist zudem die inhomogene Zusammensetzung der Kurven. Während manche Teilstücke gerade verlaufen, sind andere sinusförmig geschwungen. Bei der Linie

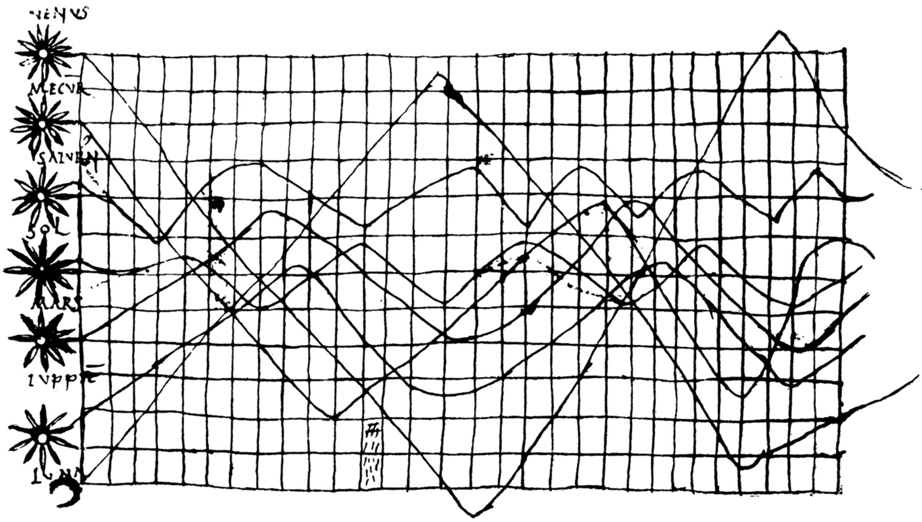

Abb. 2 Boethius' Planetenbahnen im *De cursu per zodiacum*, Codex Latinus 14436

des Mondes markieren abrupte, rechtwinklige Richtungsänderungen die Minima und Maxima; im Fall des Mars sitzen die Extrempunkte auf runden und weich drehenden Schwingungen der Linie.

Sigmund Günther ist bei der Verfolgung der frühesten Spuren des Koordinatenprinzips auf die Kurven der sieben Himmelskörper gestoßen.[1] Der *Codex Latinus 14436* liegt in der Bayerischen Staatsbibliothek und enthält eine Abschrift von Macrobius Boethius' Kommentaren zu Ciceros *In Somnium Scipionis*. Darauf folgt ein Appendix mit dem Titel *De cursu per zodiacum*, der die Tafel mit den sieben Kurven enthält. Der Urheber von Kommentarabschrift und Appendix sind unbekannt. Die Texte werden auf das 10. bzw. 11. Jahrhundert datiert und damit handelt es sich um das älteste bekannte Verlaufsdiagramm, die erste Darstellung von veränderlichen Werten durch eine Kurve. H. Gray Funkhouser vermutet, dass die Kurven die Neigung der Bahnen der Himmelskörper in Abhängigkeit der Zeit zeigen. Da hierzu nach seiner Meinung im 10. Jahrhundert noch keine Daten existierten, stuft er die Darstellung aus dem *Codex Latinus 14436* zu einem schematischen Diagramm, einer Skizze herunter.[2]

1 Günther, »Die Anfänge und Entwicklungsstadien des Coordinatenprincipes«.
2 Funkhouser, »A Note on a Tenth Century Graph«, S. 262.

Die systematischen und visuellen Konventionen, auf denen die Konstruktion des Verlaufsdiagramms aufbaut, werden von Funkhouser nur peripher wahrgenommen.[3] Er registriert das charakteristische Raster, übergeht aber die Leserichtung von links nach rechts und die Überlagerung von vertikal beschleunigter und horizontal gleichförmiger Bewegung. Der Vergleich mit der Daxkurve zeigt, dass es sich hierbei um Darstellungskonventionen und Konstruktionsprinzipien handelt, die für das 10. Jahrhundert genauso gelten, wie für die Gegenwart. Diese visuellen Konstanten sind der Grund, weshalb ein Verlaufsdiagramm aus dem 10. Jahrhundert so verstörend modern wirkt. Würde Funkhouser erkennen, welche Leistung in der Setzung dieser gleichzeitig technischen und visuellen Konventionen steckt, so würde er die sieben Kurven des *De cursu per zodiacum* nicht als Skizze, sondern als aus der Zeit gefallenes Rätsel oder als anachronistischen Geniestreich bezeichnen.

Visuell-mathematische Hybride

Zwischen dem Verlauf des Dax und den Planetenkurven liegt ein langes Jahrtausend. Die mittelalterliche Linienkomposition ist von denselben bildlichen Parametern geprägt, wie die Kurven und Graphen der Moderne. In direkter Gegenüberstellung machen sie vergessen, dass die Bahnen der Himmelskörper aus *De cursu per zodiacum* für etliche Jahrhunderte alleine stehen. Ihre höchste formale Nähe überspannt die zwischen ihnen liegenden Epochen mit einer Leichtigkeit, die allen Versuchen abgeht, eine Geschichte der Kurve vor dem späten 18. Jahrhundert zu schreiben.

Sämtliche Untersuchungen, die sich mit der Kurve vor dem 19. Jahrhundert befassen, sind im Wesentlichen unverknüpfte Aneinanderreihungen von disparaten Einzelfällen, deren Verbindung in einem augenfälligen visuellen Konsens besteht. Die unklaren räumlichen und zeitlichen Verwandtschaften der infrage stehenden Objekte bilden ein weitmaschiges Netz, das zu wilden Spekulationen einlädt. Während die möglichen relevanten Einflüsse für die Entwicklungsgeschichte der Kurve Legion sind, ist es schwierig ihre tatsächliche Relevanz zu bestimmen.

---

3 Funkhouser, »Historical Development of the Graphical Representation of Statistical Data«, S. 274.

Die frühe Geschichte der Kurve ist auch deshalb mehr von Lücken als von stringenten Entwicklungslinien geprägt, da die dargestellten Inhalte in solch starkem Maß verloren gehen, dass die zurückbleibenden Bilder unlesbar werden.[4] Je älter überlieferte Formen sind, desto weniger ist von ihren semantischen Bezügen erhalten. Dass beispielsweise die mittelalterlichen Linien (s. Abb. 2) auf Daten zurückgehen, die in einer zeitabhängigen Beziehung zur Position der Himmelskörper stehen, ist wenig mehr als eine Vermutung. Visuelle Konstanten wie das Raster, die Bewegungsrichtung der Linie und die Überlagerung von horizontaler und vertikaler Bewegung bilden die einzige Klammer, welche die Kurven vom Mittelalter bis zur Gegenwart zusammenhalten.

Jeder Versuch die Entwicklungsgeschichte der Kurve nachzuvollziehen, muss auf die analytische Geometrie eingehen. Sie wird 1637 von René Descartes begründet und ist eine Beschreibung der Geometrie in mathematischen Funktionen. Für einen Kenner der analytischen Geometrie ist es also seit Descartes möglich, geometrische Probleme, auch solche die in Graphen dargestellt sind, durch den Calculus zu lösen.

Hier stellt sich nun die Frage, wie sich die Geschichte der Kurve zu einer der großen Streitfragen der Wissenschaftsgeschichte verhält. War es die Anschauung oder die Abstraktion, die die Natur- und Ingenieurwissenschaften in ihre neuzeitlichen Höhen befördert hat? Das Terrain auf dem dieser Disput ausgefochten wird, lässt sich anhand einer Auseinandersetzung von Samuel Y. Edgerton und Michael S. Mahoney kartographieren.

Edgerton ist der Ansicht, dass die ersten modernen Ingenieure bildhaft arbeitende Renaissancekünstler wie Francesco di Giorgio waren. Durch ihre Vertrautheit mit Maschinenbüchern, ihre künstlerischen Fertigkeiten und die Techniken der Perspektive, der Explosions- und Transparenzzeichnung, seien sie in der Lage gewesen, allein durch das Medium der Zeichnung neue Maschinen zu erfinden, zu testen und ihre Funktionsweise erfahrbar zu machen. In der Summe vertritt Edgerton die These, dass die Ingenieurwissenschaften und in Ableitung davon die Mechanik und die Naturwissenschaften einen zeichnerisch-bildhaften Ursprung haben.[5]

---

4 Vgl. Elkins, »Art History and Images That Are Not Art«, S. 559.
5 Edgerton, »The Renaissance Development of the Scientific Illustration«.

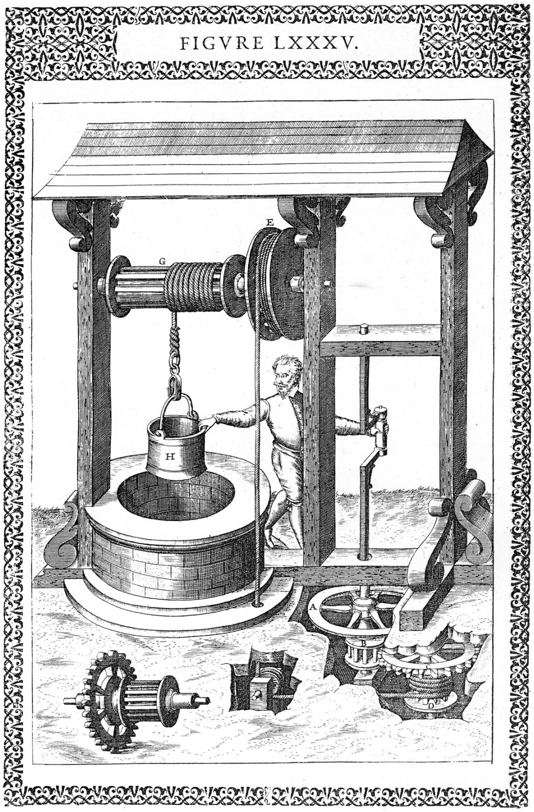

Abb. 3a Tafel aus Agostino Ramellis Maschinenbuch *Le diverse et artificiose machine*

Edgertons These erweist sich bei genauerem Hinsehen aus mehreren Gründen als unhaltbar. Indem er eine Tafel aus Agostino Ramellis Maschinenbuch *Le diverse et artificiose machine* als »Meisterstück wissenschaftlicher Illustration des 16. Jahrhunderts« bezeichnet (Abb. 3), offenbart er, dass es ihm selbst an technischem Verständnis mangelt.[6] Denn so gekonnt Ramellis Illustration in zeichnerischer Hinsicht ausgeführt sein mag, so naiv und realitätsfern ist die Leichtigkeit, mit welcher der Akteur den komplizierten, ineffizienten Mechanismus bedient.[7] Mit den vielen Zahnrädern, den zahlreichen Übersetzungen und Umlenkungen,

6 Ebd., S. 186f.

7 Auch Edgertons Geschichte der Perspektive entspricht nach Frank Büttner nicht dem Stand der Forschung und ist in ihren technischen Details nicht immer korrekt; vgl. Büttner, »Rezension Edgerton Perspektive«.

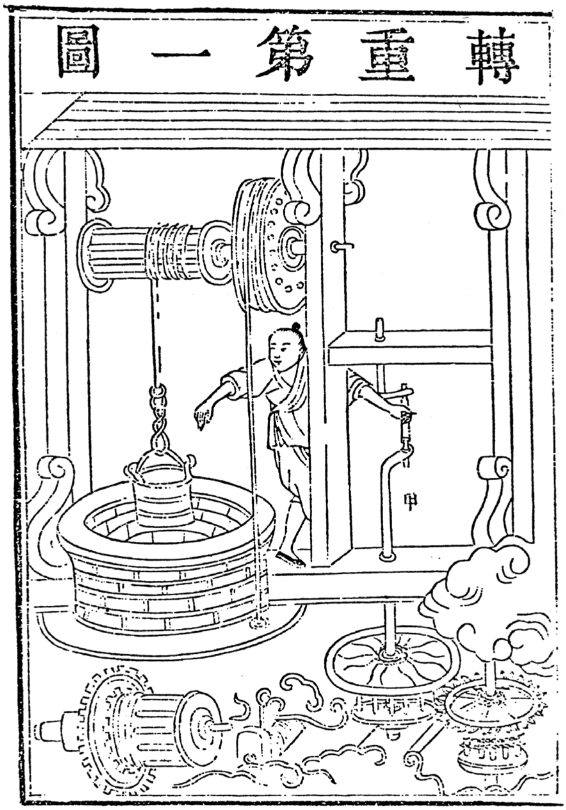

Abb. 3b Chengs Übertragung der Tafel aus Agostino Ramellis Maschinenbuch *Le diverse et artificiose machine*

der unterirdisch versteckten Konstruktion ist Ramellis Mechanik nicht genial, sondern vor allem unnötig kompliziert.[8] Aus *Figure LXXXV* sprechen nicht die Effizienz und der Realitätssinn eines Ingenieurs, sondern die Lust, sich an der Tätigkeit der Maschine zu berauschen und den Betrachter zu bezaubern.

In einem Vergleich von Ramellis *Figure LXXXV* mit Kopien chinesischer Künstler identifiziert Edgerton grundlegende Schwierigkeiten in der Übertragung.[9] Der Vergleich von Ramellis Vorlage und Wang Chengs Adaption lassen in der Tat darauf schließen, dass der fernöstliche Kopist nicht mit linearperspektivischer Schulung sah und zeichnete und auch

8 Vgl. Mahoney, »Diagrams and Dynamics«, S. 201.
9 Edgerton, »The Renaissance Development of the Scientific Illustration«, S. 188 ff.

Transparenz- und Explosionszeichnungen anders als ein abendländisches Auge interpretierte.

Edgerton stellt korrekt fest, dass die in den fernöstlichen Kulturkreis übertragenen Illustrationen nicht mehr denselben didaktischen und bauzeichnerischen Wert haben wie Ramellis Original. Daraus zieht er jedoch den falschen Schluss, dass die mechanische Wissenschaft der westlichen Renaissance jener des Fernen Ostens überlegen gewesen sei.[10] Indem er die Qualität westlicher Maschinenzeichnungen als Indiz für eine methodische Prädisposition der Maschinenbaukunst für das Bild wertet, argumentiert er zirkulär.[11] Außerdem ist seine Argumentation enttäuschend oberflächlich, weil er stillschweigend den tatsächlichen damaligen Stand der chinesischen Technik mit der Überlieferung kopierter westlicher Zeichnungen gleichsetzt. Schließlich ist Edgerton zu entgegnen, dass er die Haltbarkeit seiner bildwissenschaftlichen These nicht im Licht der Mathematik- und Technikgeschichte prüft. Wenig überraschend weißt Mahoney daher in einer direkten Replik auf Edgerton dessen These von der Linearperspektive als Urgrund der Mechanik zurück. Stattdessen zeichnet Mahoney ihre diagrammatisch-anschaulichen Anfänge bei Galileo, Huygens und Newton nach, bevor er den scharfen Kern seiner Wissenschaftsphilosophie und damit seiner Kritik an Edgerton formuliert:[12]

> By contrast, despite the efforts and apparent success of Galileo, Huygens, and Newton, mechanicians at the turn of the eighteenth century described machines – and in particular the great machines of the heavens – not by drawing pictures of them but by writing differential equations for them. Analytic mechanics, that is, mechanics expounded in the language of symbolic algebra and by the methods of infinitesimal analysis, became the premier science and the touchstone for natural philosophy in the mechanistic mode. As such, it epitomizes the Scientific Revolution of the previous century, at least as an intellectual phenomenon. Historical and cultural explanations for that unique occurrence must, therefore, take account of the conceptual structure of the algebraic, analytic approach to mechanics in particular and to mathematics in general. Part of that structure involves a conscious move away from the visual, tactile world of immediate experience and into abstract, logical worlds of imaginative construction, where mathematical reasoning could operate freed from the constraints of physical ontology, where the mind could summon

---

10 In einem anderen Zusammenhang handelt sich Edgerton von Büttner den Vorwurf ein, suggestiv zu argumentieren. Vgl. Büttner, »Rezension Edgerton Giotto«.

11 Vgl. Mahoney, »Diagrams and Dynamics«, S. 199.

12 Ebd., S. 213–216.

> into mathematical existence whatever composite quantitative relations it required to make systematic sense of the perceived world.[13]
> (Ganz im Gegenteil, den Anstrengungen und scheinbaren Erfolgen von Galileo, Huygens und Newton zum Trotz, haben Mechaniker an der Wende zum neunzehnten Jahrhundert Maschinen – insbesondere die große Himmelsmechanik – nicht durch Zeichnungen, sondern durch Differentialgleichungen beschrieben. Analytische Mechanik, das heißt Mechanik, die in der Sprache symbolischer Algebra und den Methoden der Infinitesimalrechnung dargelegt wird, avancierte zur ersten Wissenschaft und zum Prüfstein einer Naturphilosophie in mechanistischem Modus. Als solche verkörpert sie die wissenschaftliche Revolution des vergangenen Jahrhunderts, zumindest als intellektuelles Phänomen. Historische und kulturelle Erklärungen für diese einzigartige Begebenheit müssen also die konzeptionelle Struktur des algebraischen, analytischen Zugangs berücksichtigen, zur Mechanik im Besonderen und zur Mathematik im Allgemeinen. Teil dieser Struktur ist die bewusste Abwendung von der visuellen, taktilen Welt unmittelbarer Erfahrung und Hinwendung zu abstrakten, logischen Welten der imaginativen Konstruktion, dorthin, wo mathematische Beweisführung befreit von den Einschränkungen der physischen Ontologie operieren kann, dorthin, wo der Geist jede zusammengesetzte quantitative Beziehung zu mathematischer Existenz erwecken konnte, die er benötigte um die Welt der Wahrnehmung systematisch zu verstehen.

Nach Mahoney entfaltet sich die Mechanik durch die Einführung der Algebra als vollgültige Wissenschaft. Für ihn ist es die Abstraktion, die symbolische Notation in mathematischen Zeichen, auf der Mechanik und moderne Naturwissenschaft aufbauen. Edgertons These ist also aus zwei Gründen abzulehnen. Zum einen ist sie in sich unschlüssig. Zum anderen, wie Mahoney mit gutem Grund insistiert, ist jede Geschichte der modernen Naturwissenschaft mangelhaft, die den Calculus außen vor lässt.

Es wird sich zeigen, dass für die Geschichte der Kurve weder eine bildkreative noch eine abstraktionsgetriebene Fortschrittslogik allein zu gebrauchen sind. Sie ist weder eine Geschichte von purer Anschauung und Kunstfertigkeit, noch ist die Einführung der analytischen Geometrie ihr großer Befreiungs- und Wendepunkt hin zur Abstraktion. Das im Folgenden vorgestellte Material wird stattdessen eine heterogene Geschichte erzählen. Die Entwicklung der Kurve schreitet fort, indem sie aus beiden Quellen gespeist wird und auf diese zurückwirkt.

[13] Ebd., S. 217.