

## Buchstaben → Zahlen → Codes

*Denn aus denselben Buchstaben wird Tragedie und Komödie.*

Leukippos von Milet

Im Unterschied zu anderen Künsten und Wissenschaften geht es der Zeichengeschichte gut: Sie braucht ihren Ursprüngen nicht endlos nachzuträumen oder nachzuweinen, weil die Anfänge aller Zeichen, die auf uns gekommen sind, schlicht feststehen. Kerbhölzer aus der Steinzeit, Zahlkügelchen aus Babylon, Konsonantenzeichen vom Sinai und Vokalzeichen aus Euböas rinderreichem Eretria – alle sind sie datiert. Nur rechnen wir nicht mehr damit, dass an den kleinsten Zeichen das meiste liegt. Seitdem Gutenberg beliebige Figuren in bleierne Formen goss, hat Europa vergessen, welchen Zeichen und Wundern es sich dankt. Denn mit Gutenbergs beweglichen Lettern ist jeder Rede versprochen, im Glücksfall auch noch zu erscheinen. Griechen mögen das Erscheinen der Morgenröte, Phänomenologen dem transzendentalen Subjekt zugeordnet haben – seit Gutenberg wissen wir zugleich besser und nicht mehr, was es heißt.

Der zweifellose Ursprung beweglicher Lettern besagt aber noch lange nicht, ihre ganze Beweglichkeit erkannt zu haben. Dass alle Buchstaben im Setzerkasten Ersetzungen sind, die an die Stelle eines leeren Platzhalters treten, dass aber dieser Platzhalter – als Spatium oder Durchschuss – ohne jede Vertretung auch selber zum gedruckten Papier kommen kann, setzt eine Geschichte voraus, deren Ursprünge älter und rätselhafter sind als Gutenbergs Unternehmen, Weinpressen zu Druckerpressen zu ernüchtern. Und weil (nach Heideggers Wort) Zukunft Herkunft bleibt, hat es diese Geschichte vermocht, anstelle von Bleisatz und Setzerkästen die blanke Software zu etablieren. Deshalb lohnt es heute mehr denn je, sie zurückzurufen.

Die mythische Überlieferung will, dass Kadmos als Sohn des phönizischen Königshauses auf seiner Suche nach der entführten Schwester Europa selber aus Asien nach Europa gelangte, während die Verschollene eben vom kretischen Zeus das Reich der ersten Silbenschriften empfing und gebar. An genau der Stelle nun, wo eine Kuh, Europas Doppelgängerin also, vor Müdigkeit niedersank, gründete Kadmos die Stadt Theben. Um seiner Gründung das Quellwasser zu sichern, musste er aber erst noch einen Drachen erschlagen und seine Zähne in die Erde säen, bis aus den Drachenzähnen jene Brut hervorging, die manche Mythologen als thebanische Adlige, andere jedoch als griechische Buchstaben gelesen haben. Um seiner Gründung daher auch noch

Erzählbarkeit und Sangbarkeit zu gewähren, heiratete Kadmos, der Schreiber, im Beisein aller Unsterblichen eine Tochter Aphrodites: Harmonia, die Musik.

In historischer Empirie dagegen steht das erste Vokalalphabet der Geschichte ohne Urheber da. Es war ein unbekannter Grieche, vermutlich aus dem ionischen Handelszentrum Milet, der die phönizische Konsonantenschrift nicht nur importierte, sondern umfunktionierte. Während nämlich semitische Wortwurzeln gemeinhin aus drei Konsonanten aufgebaut waren, von Konsonantenschriften also adäquat artikuliert wurden, waren an griechischen Wortstämmen und Wortendungen gerade die Vokale signifikant. Der Unbekannte ging hin und ernannte fünf Zeichen, die für semitische Konsonanten gestanden hatten, in Zeichen für Vokale um. Damit war Schrift zum ersten Mal in ihrer Geschichte an die Rede oder Stimme gekoppelt, also zum ersten Mal imstande, Sprachen und Gesänge anzuschreiben. Denn wann immer die griechische Aussprache neue Laute hervorbrachte oder alte Laute verschluckte, wiederholte sich die Operation der Umcodierung. Als zum Beispiel das H im ostionischen Dialekt verstummte, zweckentfremdete das Alphabet das redundante Zeichen sehr umstandslos zum Zeichen eines neu aufgetauchten, nämlich langen und offenen E.

Die vierundzwanzig Buchstaben, auf griechisch *στοιχεία*, bildeten also eine ebenso vollständige wie abzählbare Menge, die vollständig oder systematisch mit der abzählbaren Menge griechischer Sprachlaute korrelierte. Deshalb ließ sich ihre Logik beileibe nicht bloß etymologisch auf die vier Elemente oder *στοιχεία* der antiken Physik übertragen: Aus den Kombinationen oder eben Buchstaben von Feuer und Wasser, Erde und Luft bauten Empedokles von Agrigent und Platons pythagoreischer Timaios den mit Kadmos ja fast homonymen Kosmos auf. Die plausibelste Etymologie leitet das lateinische Wort *elementum* denn auch vom Alphabet, nämlich von der Konsonantenfolge *l, m, n* ab. Als Wirkungen wie auch Ursachen zeichentechnischer Übertragungen oder Metaphern waren die griechischen Buchstaben – im Unterschied zu ihren semitischen Vorläufern – also immer schon polyfunktional. Sie standen zugleich für Ziffern und, spätestens seitdem Pythagoras die Musiktheorie begründet hatte, auch für Noten. Α' bezeichnete also gleichzeitig den Vokal α', die Zahl 1 und einen wohlbestimmten Ton auf Saiteninstrumenten. Entsprechend standen β' für 2, γ' für 3, ι' für Zehn, ρ' für 100 und so weiter, bis schließlich mit 'α oder 1000 die Reihe dieser natürlichen Zahlen an ihren chiliastischen Grenzwert stieß. (Erst Archimedes, als er dem König von Syrakus die Zählung aller Sandkörner im Kosmos versprach, musste Zeichen für größere Zahlenwerte erfinden). Diesen griechischen Kunstgriff, die Ordinalität des Lautalphabets zur Darstellung der numerischen Nachfolgerbeziehung zu nutzen, haben die semitischen Schriften, die im 2. vorchristlichen Jahrtausend einen eigenen Satz von Zahlzeichen besessen hatten und dann verkommen ließen, erst im großen alexandrinischen Sprachengewirr mit dramatischen Folgen reimportiert: Die Kabbala als systematisches Spiel zwischen Lautwerten und

Zahlenwerten ein und desselben Wortes wurde möglich. »666« hieß in der Apokalypsis des Johannes das Untier dieser Welt.

Aber weder Vokalalphabet noch Kabbala – *honni soit qui mal y pense* – erlaubten Algorithmen, jene wundersam einfachen und wundersam effizienten Rechenrezepte, die man nur buchstäblich zu befolgen braucht, bis in endlicher Zeit ein mathematisches Ergebnis dasteht. Wenn die Antike rechnete, verschmähte sie ihre eigene Innovation, die Identität zwischen Buchstaben und Zahlen, weil es viel zu umständlich gewesen wäre, griechische oder römische Ziffern auf einem der klassischen Buchstabenschreibstoffe addieren oder subtrahieren zu wollen. Stattdessen kamen weiterhin jene uralten Kügelchen oder Steinchen zum Einsatz, die im ersten Fall als Abakus und im zweiten als Kalkül Geschichte gemacht haben. Wenn die Antike dagegen Mathematik, also Theorie der Zahlen oder Flächen auf Schreibstoff trieb, kamen keine Algorithmen wie bei Babyloniern oder Chinesen heraus, sondern gerade umgekehrt jene berühmten euklidischen Beweise, die etwas ohnehin Bekanntes noch einmal nachträglich erhärteten.

Dieses Bekannte aber will, zum Leidwesen oder Glück aller Redner von heute, niemand mehr wissen. Auch wenn die Alten, wie es seit dem 13. Jahrhundert (und nicht erst seit Pascal) heißt, Riesen sind und wir Modernen nur Zwerge: Auf den Schultern von Riesen sehen selbst Zwerge weiter als sie. Um das zu können, brauchte es aber nicht nur, was Hans Blumenberg theoretische Neugier genannt hat; es brauchte Kriege und Drogen, Kreuzzüge und den Import verbotener Lehren. William Burroughs' großer Satz, dass Sprache ein Virus von anderen Planeten ist, gilt nirgendwo strenger als für jene unscheinbaren Zeichen, die zwischen dem 12. und dem 13. Jahrhundert über das alphanumerische Schriftsystem der Griechen und Römer triumphiert haben. Denn das europäische Mittelalter, so dunkel es blinden Aufklärern nachmals erschienen sein mag, war ein wahrhafter Anfang, infiziert oder nicht. Es hat die dreifaltige Einheit von Buchstaben, Ziffern und Noten in die Luft gejagt und damit jenen Raum eröffnet, der mit Feuerwaffen und Druckerpressen, Alkohol und Linearperspektive die Erde zur kolonialen, also auch postkolonialen Fastkugel machte.

Die mittelalterliche Zeichenexplosion hat zunächst die Noten und dann die Ziffern erfasst. Guido von Arezzos Notenlinien, anfangs vier, später fünf, lösten die Musik vom Vokalalphabet und verschafften ihr ein eigenes Notationssystem, das es Sängern und Musikern erstmals erlaubte, vom Blatt zu spielen, weil die Punkte und Striche auf oder zwischen den Notenlinien den melodischen Duktus künftiger Aufführungen immer schon vorschreiben. Damit aber war, wie schwer Typographen und Computerprogrammen der Druck von Notensystemen seit etwa 1500 auch fallen sollte, die Möglichkeit neuzeitlicher Polyphonie eröffnet.

Der musikalischen Zeichenrevolution folgte ein Jahrhundert später die mathematische. Ausgerechnet in einem Buch über den Abakus, das schriftlose, aber algorithmische Rechenwerkzeug des Altertums also, importierte Leonar-

do Fibonacci jene Algebra, die den Abakus seitdem ersetzt hat. Damit kam das indische Zahlensystem auf seinem langen Weg über arabische Gelehrte und algerische Piraten endlich in Pisa, Palermo und Europa überhaupt an. Neun Ziffern und eine Null, die anfangs die Ziffer selber hieß, wohl weil sie den leeren Raum für alle anderen Ziffern allererst aufspannte, lösten die alphabetischen Ziffern des griechischen und/oder lateinischen Vokalalphabets genauso ab, wie Guidos Noten das für die Musik getan hatten. Ab sofort gab es Zeichensysteme, ein musikalisches und ein mathematisches, die auf Aussprechbarkeit keine Rücksicht mehr zu nehmen brauchten. Während jede gesprochene Sprache – Andrej Andrejewitch Markow und Claude Elwood Shannon haben es im 20. Jahrhundert mathematisch bewiesen – bestimmte Zeichenkombinationen vor anderen privilegiert, sind Guidos Notensystem und Fibonacci's Ziffernsystem für minimale Redundanz gut: Jede kombinatorisch mögliche Abfolge von Noten oder Ziffern ist zugelassen. Die Trägheiten sprechender Mündler, wenn sie von einem Phonem zum nächsten übergehen, begrenzen den Spielraum anschreibbarer Zeichen nicht mehr. Und zumal in einer Epoche, die wie das europäische Mittelalter zwar lateinisch schrieb, aber deutsch, französisch, englisch oder italienisch sprach, führten Codes, die von jeder Einzelsprache noch radikaler entkoppelt waren als jedes Vokalalphabet, Technik als solche ein.

Technische Revolutionen aber, ganz wie große Gedanken – laut Nietzsche, scheinen auf Taubenfüßen zu kommen. Mir ist kein mittelalterlicher Text bekannt, der das Ereignis jener Zeichenexplosion auch nur bemerkt hätte. Aber wo vormals ein einziger Code herrschte, der gleichermaßen über Schriften, Musiken und Rechnungen bestimmte, gab es mit einemmal drei verschiedene Codes. Wobei einer der drei, der mathematische nämlich, mit der Null auch noch ein Zeichen mitbrachte, das die Ersetzbarkeit jedes Zeichens durch andere eigens bezeichnete. Nichts anderes, scheint mir, war die Möglichkeitsbedingung beweglicher Lettern im Allgemeinen.

Dafür sprechen zumindest die unmittelbaren Folgen von Fibonacci's indisch-arabischem Import. Der *Liber Abaci* lehrte nämlich nicht nur, mit den neuen Zeichen zu rechnen oder, anders gesagt, den Weg zur doppelten Buchführung neuzeitlicher Kapitalismen einzuschlagen. Er lehrte auch und gerade, aus den mathematisch überflüssig gewordenen Alphabetzeichen neues mathematisches Kapital zu schlagen. Buchstaben wie das X, das im Lateinischen ja zugleich für die Zehn gestanden hatte, waren für die dekadische Schreibung von Zehn nicht mehr vonnöten; also standen und stehen sie seit Fibonacci zur freien Verfügung, um – nicht viel anders als die Null – Zahlen anzuschreiben, deren Wert erst noch bestimmt werden muss. Die Mathematik, mit anderen Worten, konnte sich eben darum von den Zahlen trennen, weil ihre Zahlen nicht mehr mit den Buchstaben zusammenfielen, weil ein Buchstabe nicht mehr bloß, wie einst das frühionische H, für einen anderen Buchstaben missbraucht worden war, sondern aus dem literarischen ins mathematische Zeichensystem versetzt worden war. Fibonacci's Unbekannte namens  $x$  stand am

Anfang einer wahrhaften Zeichenlawine, die über die Einführung unaussprechlicher Operatoren wie + und – schließlich in François Viètes Algebra von 1590 mündete. Griechen, wenn sie anderen oder sich selber (wie es erst heute heißen kann) eine Addition befahlen, sprachen und schrieben  $\kappa\acute{\alpha}\iota$ , Römer sprachen und schrieben *et*; seit Widmanns frühneuzeitlicher Kaufmannsrechnung dagegen sind Plus und Minus, Kreuz und Strich, Schriftzeichen jenseits jeder Einzelsprache, also Befehle in typographischer Reinform. So kam es, dass das Ausrechnen indo-arabischer Ziffernfolgen an minder bemittelte Wucherer, Staatsbeamte und *bodycounts* gefallen ist, während die Mathematik selber ins Reich reiner Alphabete abhob.

Viète diente seinem König, Heinrich IV. von Navarra und Frankreich, nicht umsonst als geheimer Kryptograph, der den Wirren der Religionskriege ein Ende setzen half. Um feindliche Geheimbotschaften zu entziffern, durften Buchstaben ja nicht auf ihre Lautwerte oder Bedeutungen hin verstanden werden; es ging und geht gerade umgekehrt darum, sie (strenger als einst in der Kabbala) rein mathematisch in andere Buchstaben zu transformieren. Nach genau diesem Ersetzungsprinzip vollendete Viète aber auch die Algebra Fibonacciis, die auf Ziffern für bekannte Zahlen und Buchstaben für unbekannte operiert hatte. Der Kryptoanalytiker ging hin wie ein Kryptograph und ersetzte, zumal in den Gleichungen für Polynome zweiten oder dritten Grades, auch noch die letzten verbliebenen Ziffern durch Buchstaben. An die Stelle bestimmter Koeffizienten, mit denen die Unbekannte  $x$  und ihre Potenzen zu multiplizieren gewesen waren, traten also die unbestimmten oder allgemeinen Koeffizienten A, B, C usw., mit dem Effekt, dass ganze Gleichungen seitdem anschreibbar und im Glücksfall auch lösbar sind, selbst wenn sie keine einzige Ziffer mehr enthält:

$$x^2 + bx + c = 0$$

besagt immer schon

$$x = -\frac{b}{2} \pm \sqrt{\frac{b^2}{4} - c}.$$

Neuzeitliche Mathematik – Sybille Krämer hat das eindringlich gezeigt – liefert also nicht, wie einst die griechische, nachträgliche Beweise von bekannten Tatsachen; sie macht es ganz im Gegenteil möglich, unbekannte Wahrheiten oder doch Identitäten einfach dadurch zu entdecken, dass Zeichen nach Regeln in andere Zeichen überführt werden. Fermat brauchte an den Rand einer Buchseite nur die Behauptung zu kritzeln, dass die Gleichung  $a^n + b^n = c^n$  für ganzzahliges  $a$ ,  $b$ ,  $c$  und ganzzahliges  $n > 2$  keine Lösungen hat, um seine mathematischen Nachfolger mehr als drei Jahrhunderte lang in Atem zu halten. Der Beweis für Fermats große Vermutung, so er denn fehlerlos ist, wurde erst vor wenigen Jahren geführt und füllt zudem ein ganzes Buch. Moderne Mathematik setzt mithin, wie Krämer ebenfalls klargemacht hat, zwingend Gutenbergs Typographie voraus. Erst wenn nämlich jedes Zei-

chen eines Codes denselben Raum wie alle anderen von ihm unterschiedenen Zeichen einnimmt, erst wenn eine Null diesen Raumbedarf selber anschreibt und eine Typographie ihn standardisiert, lassen sich Zeichen so setzen und umsetzen, dass auch bei den aufwendigsten Transformationen keines verloren geht. Das bedruckte Papier hat lange vor jeder Schreibmaschine, die es ja in unser aller Alltag importierte, die Operanden und Operatoren der neuzeitlichen Mathematik ermöglicht.

Niemand wusste das besser als Leipzigs größter Sohn. Als Bibliothekar eines minder bemittelten deutsch-englischen Herzogs hat Leibniz es durchgesetzt, dass die zahllosen Bände der herzoglichen Bibliothek erstmals in der europäischen Buchgeschichte nach dem schlichten ABC geordnet wurden. Und weil sich Leibniz einen gelehrten Sport daraus machte, im Briefwechsel mit anderen Gelehrten mehr neue mathematische Symbole einzuführen als all seine Vorgänger und Nachfolger zusammen, ist der Zeichensatz aus sechsundzwanzig Buchstaben und zehn Ziffern im Augenblick seiner Durchsetzung schon wieder explodiert. Auf Leibniz' Konto gehen nicht nur die heute noch üblichen Symbole für Integrale und Kongruenzen, sondern auch so unscheinbare Dinge wie Europas, allerdings leider nicht Amerikas Divisionszeichen. Die Division als Bruch mit Zähler, Querstrich und Nenner anzuschreiben war zwar gang und gäbe, aber – so Leibniz in einem Schreiben an Tschirnhaus – wider den Geist Gutenbergs: Sie füllte sage und schreibe drei Zeilen in einem ansonsten glatten Satzspiegel. Sein Gegenvorschlag, der schlichte Doppelpunkt zwischen Zähler und Nenner, löste mithin nicht nur die mathematische Aufgabe, Division und Bruchrechnung symbolisch zu unterscheiden, sondern auch die typographische Aufgabe einer optimalen Papierflächenökonomie.

Mit Leibniz und seinen Zeitgenossen sind Zeichensysteme autoreferenziell geworden. Die Frage lautet nicht mehr wie in Antike oder Mittelalter, wofür dieses oder jenes Zeichen steht und wer es zum Bezeichnen gebracht hat (ob Götter oder Menschen, fragten sich die Philosophen von Platon bis Occam); unsere Frage geht dagegen auf ein System von Zeichen in seinem Zusammenstand, um es gegenüber anderen Zeichensystemen abzuheben und zu optimieren. Aus einem mittelalterlichen Virus, der desto wirksamer war, je unvermerkter er angriff, ist eine systematische Konstruktion von Viren geworden. Die Binärzahlensysteme, wie sie Bacon in kryptographischer und Leibniz in algebraischer Absicht entworfen haben, beruhen beide auf dem ausdrücklichen Wissen, dass die Einführung neuer Zeichensysteme wie des indisch-arabischen den Weltlauf hat ändern können. Damit aber verlieren die einzelnen Zeichen, ganz wie in Gutenbergs Setzerkasten auch, ihre Selbständigkeit; sie werden zu Elementen eines Codes, der einer unter vielen möglichen ist. Der Rang eines Wissens aber bemisst sich an der Menge der Codes, über die es gleichzeitig verfügt. Mag die moderne Poesie seit Mallarmé also auch alle Register der Schreibmaschinen- oder Computertastatur ziehen, die moderne Mathematik läuft ihr doch den Rang ab. Mit binären, dekadischen und hexadezimalen Ziffern, mit Antiqua und Fraktur, mit lateinischen, griechischen,

hebräischen und kyrillischen Buchstaben umfasst ihre Poesie oder ποιήσις – zum Schrecken von Setzern und Lesern – den Raum aller gewesenen Schriften. Nur dass das mathematische  $\aleph$ , im Gegensatz zum hebräischen Buchstaben, nicht mehr für Gott steht, sondern für die Kardinalität der überabzählbaren Menge der reellen Zahlen...

Zahlen, die sich nicht zählen lassen, lassen sich aber noch weniger schreiben. Sie sind wie Ungeheuer, die der griechischen Vernunft einst ins Gesicht schlugen und auch dem typographischen Kalkül der Neuzeit denkbar fern zu stehen scheinen. Erst ein Zeitgenosse Viètes, Simon Stevin, hatte als strategischer Ratgeber Moritz' von Oranien den Mut, Zahlen mit unendlich vielen Stellen hinter dem Komma überhaupt zuzulassen. Diese Stellen, weil sie den Zeitgenossen so unerhört waren, markierte Stevin noch mit hochgestellten Zahlen, als hätte er das indisch-arabische Stellenwertsystem als solches anschreiben wollen. Dieser ganze, längst wieder überflüssig gewordene Aufwand diente aber nur dazu, eine neue Beziehung zwischen Zufall und Code, zwischen einer umkämpften Erde und einem strategischen Planspiel zu stiften. Wenn nämlich Gott, im Unterschied zum Gott der Juden und Griechen, diese Erde gerade nicht nach Zahl, Maß und Gewicht eingerichtet hatte, bestanden zwischen einer irdischen Strecke und ihrem irdischen Maßstab auch keine notwendig ganzzahligen Beziehungen. Alles war möglich, auch Brüche mit unendlich vielen Stellen hinterm Komma – aber all dies Mögliche musste anschreibbar gemacht werden, um Erde und Druckpapier, Landschaft und Landkarte für kommende Feldzüge zu koordinieren. Stevin schalt die Griechen der Torheit, das Zählen bei Eins und nicht bei Null begonnen zu haben, und ließ seine neuen Dezimalzahlen, unabzählbar, aber flächendeckend, von 0.0 bis zur Unendlichkeit laufen. Stevins Nachfolger revidierten auch noch den letzten Denkfehler und ließen die Folge der Dezimalzahlen schon bei minus Unendlich starten.

Seitdem, aber auch erst seitdem gibt es in Europa eine Beziehung zwischen Symbolischem und Reellem, Abzählbarem und Unabzählbarem. Auf der einen Seite standen Buchpapierformate, zumindest vor Erfindung der Endlospapierrolle, in ganzzahligen Verhältnissen zueinander: Folio, Quart, Oktav, Sedezim usw. Auf der anderen Seite ging es gerade umgekehrt darum, das Inkommensurable gleichwohl auf Buchformat zu bringen, um die Dinge dieser Erde überlieferbar zu machen, ohne dabei auf die rituelle Abfolge von Meistern und Gesellen, wie sie ihr Geheimwissen über die Generationen hinweg weitergegeben hatten, angewiesen zu sein. Dass Gutenbergs Buchdruck die unvermeidlichen Fehler, die Abschreiber einst in jede Handschrift schmuggelten, von vornherein verhindert hat, ist sattsam bekannt; dass er darüber hinaus auch technische, also fehlerfreie Zeichnungen ermöglichte, bleibt hingegen nachzutragen.

Euklids ΣΤΟΙΧΕΙΑ erschienen erstmals 1482 in Venedig. Das brandneue Buchdruckverfahren änderte selbstredend nichts daran, dass diese Stiftungsurkunde aller Geometrie mit ihrem alphabetisch sprechenden Titel weiterhin nur

Theoreme bewies, die ohnehin bekannt waren. Die Buchstaben, die Euklid angeblich einst geschrieben hatte, blieben identisch, weil sie ja gedruckt und unfälschbar dastanden, mehr als identisch. Was der Buchdruck dagegen revolutionierte, war die Geometrie dieser Geometrie, anders gesagt ihre technische Zeichnung. Erst seit der Euklid-Ausgabe von 1482, dafür aber bis heute, herrscht die unangefochtene Regel, dass geometrische Figuren in Büchern aus Linien bestehen, deren Anfang und Ende mit Buchstaben bezeichnet sind – mit Buchstaben jedoch, die auf der technischen Zeichnung dieselben sein müssen wie im begleitenden oder beweisenden Text. Auch wenn sich solche Buchstaben, etwa auf neuzeitlichen Landkarten, zu ganzen Wörtern, Städte- oder Ländernamen weiterentwickeln, bleibt die Regel in Kraft. Ein geschultes Auge, wie es nicht von ungefähr heißt, liest die inkommensurablen Längen und Höhen dieser Erde, als wären sie mathematisch saubere Symbole. Neuzeitliche Bücher codieren also, vermutlich im Unterschied zu allen anderen Hochkulturen, das Uncodierte. Ihre Texte schreiben nicht einfach überlieferte Texte weiter, sondern gehen Kopplungen mit Zeichnungen, Landkarten, Plänen und schließlich Schaltplänen ein. Schon deshalb ist die Menge der Buchstaben nur ein Teil, der nicht bloß auf jeder Buchseite von der sehr anderen Menge der Ziffern durchkreuzt oder durchschossen wird. Dieser einmalige, nämlich alphanumerische Verbund hat es vermocht, sein eigenes Medium zu überschreiten und unsere Kultur aus der Gutenberg-Galaxis herauszuschleudern. Das gedruckte Buch ist zur Startrampe seiner vielen Überbietungen geworden.

Die lange Geschichte solcher Überbietungen lässt sich kaum in die Erzählung eines Abends verdichten. Aber es ist womöglich beispielhaft genug, daran zu erinnern, dass Vasari die florentinische Erfindung einer Linearperspektive aufs selbe Jahr wie die Mainzer Erfindung des Buchdrucks datiert hat. Und in der Tat: Brunelleschis Tat, die sichtbare Welt auf einen unsichtbaren Fluchtpunkt zu reduzieren, den alle sichtbaren Punkte, weil sie in ihm münden, lediglich vertreten, läuft schlussendlich, wie Brian Rotman gezeigt hat, auf eine ähnliche Null oder Leerstelle hinaus wie der Buchdruck auch. Mehr noch, die Linearperspektive als technisch-geometrische Garantie, dass die Fehlerrate bei malerischen Naturkopien genauso gegen Null ging wie die Fehlerrate bei gedruckten Buchkopien, hat gleichermaßen ihrem drucktechnischen Erscheinen und ihrer medientechnischen Implementierung zugearbeitet. Es erschienen nämlich nicht nur also gleich Traktate, die durch Kopplung von Text und technischer Zeichnung die Perspektive lehrbar machten, also Buchillustration durch Buchillustration triggerten – es erschienen auch und vor allem Geräte wie Camera obscura und Laterna magica, die die Linearperspektive den immer fehlbaren Menschenhänden und -augen buchstäblich entwandten. Wo bei das Erscheinen einmal mehr den Doppelsinn hatte, zugleich für Labors und für Bücher zu stehen. Jeder gebauten Camera obscura, wie sie Landschaften oder Bauten auf perspektivische Projektionsflächen herunterspielte, deren Linien Malerhände bis zum Photographiepionier Henry Fox Talbot dann nur-

mehr zu folgen brauchten, entsprach mit anderen Worten eine zweite, meist auch noch perspektivisch gezeichnete Camera obscura, die alle Teile des Apparats samt all seinen lediglich gedachten, aber mit Buchstaben bezeichneten Lichtstrahlen auf eine Buchseite herunterspielte. So massiv oder vertrackt hat sich die Frühgeschichte technischer Medien dem Medium Buchdruck eingeschrieben – wie eine Schachtel in einer Schachtel in einer Schachtel usw.

Kein Wunder also, dass sich die Abfolge der Schachteln eines Tages wieder umkehren musste. Aus der Camera obscura sind – beileibe nicht nur etymologisch – die Kameras von Photographie und Film entsprungen, aus der Laterna magica die Projektoren von Photographie, Film, Computerbildschirm usw. Die reellen Zahlen, aus denen die sichtbare und die unsichtbare, die hörbare und die unhörbare Welt seit Stevin gemacht sind, haben jenseits des Buchdrucks, aber auf seiner Grundlage, ihre technischen Äquivalente oder Medien gefunden. Sie sind in Maschinen und Codes eingegangen, die es schließlich erlaubten, mit Gesichtern und Geräuschen ganz so kombinatorisch, trickreich und gegebenenfalls zeitvertauschend umzugehen, wie es seit jenem namenlosen Griechen nur bei Lauten einer einzigen Sprache (der schönsten) möglich gewesen war. Der Telegraphencode, wie ihn Morse in New York und Gehrke in Hamburg entwickelten, prägte die binäre Mathematik eines Bacon oder Leibniz elektrischen Signalen auf. Die vierundzwanzig Bilder, in die der Film die Bilderfluchten einer Sekunde zerhackte, startete eine Alphabetisierung der Optik, die dann in den tausenden von Pixeln jedweder Computergraphik ans Ziel gelangt ist. Deshalb besteht heute keinerlei Anlass mehr, vor Ton- oder Bildspeichern (frei nach Hegel) die Kniee zu beugen und eine Medienwissenschaft, die es noch nicht gibt, zur Film- und Fernsehwissenschaft verkommen zu lassen. Was die Alphabetisierung aller möglichen Datenströme bei ihren Konsumenten, so sie keine bloßen Konsumenten bleiben mögen, herausfordert oder hervorruft, ist ganz im Gegenteil (und frei nach Flusser) eine zugleich alphabetische und numerische Kompetenz.

Turings Computerprinzipschaltung von 1936 war bekanntlich eine verallgemeinerte Schreibmaschine, die im Unterschied zur alten Remington nicht nur das Schreiben von Männern auf Sekretärinnen verlagerte, sondern auch das Lesen von Menschen auf Maschinen. Die Radikalität, mit der Gutenberg Buchstaben zu Stellvertretern einer zweidimensionalen Leerstelle herabgesetzt hatte, überbot Turings Maschine durch das Ideal eines eindimensionalen Papierbandes, das diese Leerstelle aufs physikalisch reine Korrelat der Null reduzierte. Zweck der ganzen Anordnung, die genauso gut im Kopf, auf Papier und in elektrischen Schaltungen hausen konnte, war es aber, die Überabzählbarkeit und das heißt Unbeherrschbarkeit der reellen Zahlen durch jene Untermenge zu ersetzen, die sich wie Stevins Dezimalzahlen in endlicher Zeit ausrechnen und anschreiben lässt. Nichts anderes meinten die *Computable Numbers*, also die berechenbaren oder computerisierbaren Zahlen im Titel von Turings Dissertation. Was immer mit endlichen vielen Zeichen, seien es

Buchstaben, Ziffern oder militärische Codes, anstellbar ist, kann die Turingmaschine übernehmen.

Damit aber ist für Schriften eine Epoche angebrochen, die ihre Macht ins Unerhörte potenziert. Mögen die Erben von Bodoni, Garamond und Zapf auch mit gutem Recht über jene Piraten klagen, die Setzerkästen – allerdings mit kleinen Bit-Fälschungen, um Copyrightprozesse zu umschiffen – in Computersoftware übersetzt haben, so besteht doch aller Anlass, Computersysteme und Programmiersprachen, die freilich besser Programmierschriften hießen, als Vollendung ihrer eigenen langen Geschichte zu begreifen. Mit der Druckerpresse ist die indisch-arabische Mathematik des Stellenwerts in europäisches Schreiben eingebracht, mit der Schreibmaschine hat die Druckerpresse, diese Kombination von alphabetischen Kombinationen und technischen Algorithmen, Einzug ins alltägliche Schreiben gefunden. Mit dem Computer schließlich ist die Codierung universal geworden – Maschinencodes und Softwareprogrammen sieht es niemand mehr an, ob sie einfach Zeichen setzen oder aber Zeichen zu setzen befehlen.

Diese Befehlslogik, die heutiges Schreiben von allen Schreibhandlungen der Geschichte unterscheidet, ist unschwer zu illustrieren. In Gutenbergs Setzertechnik machte es einen großen Unterschied, ob man aus den unterschiedlichen, im Setzerkasten gespeicherten Lettern eine Zeile zusammensetzte oder aber zum Satz der nächsten Zeile oder gar Seite überging. Auf der Schreibmaschinentastatur dagegen steht für den Befehl, eine neue Zeile zu beginnen, schlicht und einfach eine Taste, die sich bestenfalls in der Form von den anderen Tasten für Buchstaben unterscheidet. Auf Keyboards von Computern schließlich, deren Betriebssystem noch keine blöde Maus untergräbt, hat die entsprechende Taste eine auch für Remingtons unerhörte Zweideutigkeit entwickelt. Bei schlichter Textverarbeitung, also unter einem sogenannten Editor, löst die ENTER-Taste denselben bescheidenen *Carriage Return* aus wie auf Schreibmaschinen auch; auf der Kommandozeile mit ihrem sprechenden Namen hingegen wird jedes dem Betriebssystem bekannte Programm, sofern und sobald sein Eigenname nur mit der Eingabe von EINGABE abgeschlossen wird, also gleich ausgeführt. UNIX-Programme wie *echo*, *sort* oder gar *kill* tun also genau das, was sie sagen: Sie widerspiegeln, sie sortieren, sie töten. Die ENTER-Taste hat eine Macht erlangt, die den Wortsinn von Poesie, nämlich »machen«, im Unterschied zu aller gewesenen Poesie oder Literatur erstmals einlöst. So wörtlich gilt die Eingangsthese von Derridas Grammatologie, dass nämlich Schrift, wie wir sie gekannt haben, unter hochtechnischen Bedingungen zur Untermenge einer allgemeinen Programmierbarkeit herabgesunken ist.

Diese hochtechnischen Bedingungen allerdings bedürfen einer Spezifizierung, die die philosophische Rede von Marken, Kerben oder Urschriften nicht mehr leisten kann. Dass die Kommandozeile `<kill ENTER>` genau das tut, was sie sagt, nämlich ein laufendes Programm wieder abschießt, ist keine inhärente Eigenschaft ihrer Buchstaben oder Tasten. Denn nur auf der den Men-

schen zugewandten Seite eines Betriebssystems gibt es die alphabetischen Buchstaben und dekadischen Ziffern überhaupt. Intern dagegen verwandelt sich der alphanumerische Code, der Computern eine bequeme, wahrscheinlich aber nicht ewig notwendige Schnittstelle zu den sogenannten natürlichen Sprachen garantiert, in eine endlose Folge von Nullen und Einsen, die noch den Unterschied zwischen Buchstaben und Ziffern – und zwar zugunsten der Ziffern – kassiert. *Ziffern für Buchstaben, Ziffern für Zahlen, Ziffern schließlich auch und gerade für Befehle* – mit dieser Plättung aller vormals unterschiedenen Codesysteme hat die Hochtechnologie von heute eine lange Geschichte zugleich vollendet und beendet. Die Algebra von Fibonacci bis Viète zehrte vom Unterschied zwischen Buchstaben und Ziffern, bei Viète sogar vom grundlegenden griechischen Unterschied zwischen Vokalen und Konsonanten, die Arithmetik seit den Tagen Adam Ries' bis zum Protocomputer Babbages zehrte ganz entsprechend vom Unterschied, der Ziffern als passive Operanden von Sonderzeichen wie + oder – als aktiven Operatoren trennte. Computertechnik dagegen beruht auf einer systematischen Zweideutigkeit, die jede Null und jede Eins zugleich als Binärzahl im Sinn von Leibniz und als Wahrheitswert im Sinn von George Boole führt. Daher können Bits ebenso gut darüber bestimmen, ob ein Ereignis eintritt oder aber vielmehr nicht, wie auch darüber, welches Ereignis eintritt oder aber ein anderes. Sie sind über die Grundunterscheidung europäischer Philosophie, die von τόδε τί und οὐσία, Existenz und Essenz, Dass-Sein und Was-Sein, buchstäblich erhaben. Berechenbare Binärzahlen, also *computable numbers* im Wortsinn Turings, machen es gleichermaßen möglich, dass auf die Kommandozeileingabe <echo ENTER> hin erstens die Buchstaben e, c, h und o überhaupt auf dem Monitor erscheinen und dass zweitens dieselben Buchstaben die realen Zahlenwerte einer ausgeklügelten Vektoralgebra durchlaufen, deren Bildschirmausgabe die ehrwürdigen Unterschiede zwischen Bodoni, Garamond und Zapf elektronisch wiederbringt. Der Markenname *Postscript*, den solche Vektorfonts unter anderem führen, scheint jedenfalls genauso sprechend wie das Wort Programm: Was in den Maschinen abläuft und ihre Abläufe steuert, ist eine Schrift zugleich vor jeder Schrift und nach jeder Schrift, eine Schrift, die umstandslos mit den kristallinen Eigenschaften bestimmter chemischer Elemente wie etwa Silizium und dem genetischen Code beliebiger Organismen wie etwa homo sapiens in Kurzschlüsse tritt. Nicht der Mensch, wie Aristoteles lehrte, hat den λόγος oder die Sprache, sondern unaussprechliche Codes haben, über oder ohne den Umweg namens Sprache, unter anderem uns Menschen...

Insofern, aber auch nur insofern stehen wir, die wir allen Soziologen zum Trotz keine Gesellschaft mehr sind, sondern eine Symbiose zwischen Leuten und Programmen, Kohlenstoff- und Siliziumsymbionten, noch immer im Schatten der griechischen Gründertat. Elemente und Atome bleiben Buchstaben ohne Urheber. Aus den Drachenzähnen, die Kadmos säte, sind Menschen hervorgegangen, die gleichzeitig Buchstaben waren. Kadmos brauchte seine σπαρτοί oder *Gesäten* nur mit kleinen Steinen, den *calculi* des ältesten Kalküls

also zu bewerfen, um sie zum tödlichen Kampf gegeneinander aufzustacheln. Am Ende, heißt es, überlebten nur fünf *σπαρτοί*, vermutlich also die fünf neuen Vokale der Griechen. So hat ein Krieg der Zeichen Europa und seine Untertanen, die ja nicht nur Europäer umfassen, zu dem gemacht, was sie sind. Aus Kieselsteinen entstehen aber auch jene Siliziumwafer, aus denen alle heutigen Schaltkreise und damit Computer sind. Der Krieg geht folglich weiter. Und niemand weiß, ob die Geschichte der Zeichen mit Turings Universaler Diskreter Maschine, wie so viele Liebhaber der Weisheit, Denkfaulheit oder Apokalypsis heute verkünden, an ihr logisches, also unüberholbares Ende gelangt ist. Womöglich werden andere Erden, andere Planeten noch andere Drachenzähne ausbrüten.

Language is a virus from another planet.

# Die mathematischen Wurzeln der Kultur

Mathematische Innovationen  
und ihre kulturellen Folgen

Herausgegeben von  
Jochen Brüning und Eberhard Knobloch

Wilhelm Fink Verlag

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;  
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten. Dies betrifft auch die Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder durch alle Verfahren wie Speicherung und Übertragung auf Papier, Transparente, Filme, Bänder, Platten und andere Medien, soweit es nicht §§ 53 und 54 URG ausdrücklich gestatten.

ISBN 3-7705-4016-6

© 2005 Wilhelm Fink Verlag, München

Herstellung: Ferdinand Schöningh GmbH, Paderborn

105 PM



## INHALTSVERZEICHNIS

JOCHEN BRÜNING / EBERHARD KNOBLOCH	
Einleitung.....	7
THOMAS MACHO	
Zeitrechnung und Kalenderreform.....	17
WOLFGANG COY	
Rechnen als Kulturtechnik.....	45
FRIEDRICH KITTLER	
Buchstaben → Zahlen → Codes.....	65
JOCHEN BRÜNING	
Die Stunde des Mathematikers.....	77
DAVID KING	
Astronomie und Mathematik als Gottesdienst: Der Islam.....	91
RAINER BAYREUTHER	
Mathematisches Denken in der Musik des 16. und 17. Jahrhunderts.....	125
GIORGIO ISRAEL	
Die Mathematik des <i>Homo oeconomicus</i> .....	153
JOCHEN KOUBEK	
Die normative Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre.....	173