

sozialen Beziehungen definiert, zum größten Teil von Nichtmenschen zu uns zurück präskribiert wird. Wissen, Moral, Kunstfertigkeit, Kraft, Geselligkeit sind nicht Eigenschaften von Menschen, sondern von Menschen *begleitet* von ihrem Gefolge delegierter Charaktere. Da jeder dieser Delegierten einen Teil unserer sozialen Welt zusammenhält, bedeutet das, dass die Untersuchung sozialer Beziehungen ohne die Nichtmenschen unmöglich (Latour 1988a) oder nur für komplexe Primatengesellschaften wie jene der Paviane geeignet ist (Strum/Latour 1987). Eine der Aufgaben der Soziologie ist, für die Massen der Nichtmenschen, die unsere modernen Gesellschaften bilden, das zu tun, was sie so gut für die Massen von gewöhnlichen und verachteten Menschen getan hat, die unsere Gesellschaft bilden. Den gewöhnlichen Menschen sollten nun die lebhaften, faszinierenden und ehrenhaften gewöhnlichen Maschinen hinzugefügt werden. Wenn die Konzepte, Angewohnheiten und bevorzugten Felder der Soziologen ein wenig modifiziert werden müssen, um diese neuen Massen unterzubringen, ist das ein kleiner Preis, den wir bezahlen müssen.

## Literatur

- Akrich, M. (1987): »Comment décrit les objets techniques«. In: *Technique et Culture* 5, S. 49-63.
- Baxandall, M. (1985): *Patterns of Invention. On the Historical Explanation of Pictures*, New Haven, Conn.: Yale University Press.
- Bijker, W.E./Hughes, T.P./Pinch, T.J. (Hg.) (1986): *New Developments in the Social Studies of Technology*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Fujimura, J. (1987): »Constructing »Do-Able« Problems in Cancer Research: Articulating Alignment«. In: *Social Studies of Science* 17, S. 257-293.
- Latour, B. (1987): *Science in Action*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Latour, B. (1988a): »How to Write The Prince for Machines as Well as for Machinations«. In: B. Elliot (Hg.), *Technology and Social Change*, Edinburgh: Edinburgh University Press, S. 20-63.
- Latour, B. (1988b): »A Relativistic Account of Einstein's Relativity«. In: *Social Studies of Science* 18, S. 3-44.
- MacKenzie, D.A./Wacjman, J. (Hg.) (1985): *The Social Shaping of Technology. A Reader*, Philadelphia: Milton Keynes and Open University Press.
- Mumford, L. (1966): *The Myth of the Machine*, New York: Harcourt.
- Strum, S./Latour, B. (1987): »Redefining the Social Link: from Baboons to Humans«. In: *Social Science Information* 26, S. 783-802.
- Winner, L. (1980): »Do Artefacts Have Politics?« In: *Daedalus* 109, S. 121-136.
- Winner, L. (1986): *The Whale and the Reactor: a Search for the Limits in an Age of High Technology*, Chicago: University of Chicago Press.

in: Andréa Belliger/David J. Krieger (Hg.): ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie, Bielefeld: transcript 2006.

## Drawing Things Together:

### Die Macht der unveränderlich mobilen Elemente<sup>1</sup>

BRUNO LATOUR

#### Visualisierung und Kognition im Fokus

Es wäre schön, wenn man in der Lage wäre zu definieren, was für unsere moderne wissenschaftliche Kultur spezifisch ist. Es wäre sogar noch schöner, wenn man die ökonomischste Erklärung (die nicht die wirtschaftlichste sein muss) ihrer Ursprünge und besonderen Charakteristika finden könnte. Um bei einer sparsamen Erklärung anzukommen, ist es am besten, sich nicht auf universelle Charakterzüge der Natur zu beziehen. Hypothesen über Veränderungen im Geist oder im menschlichen Bewusstsein, in der Struktur des Gehirns, in sozialen Beziehungen, »mentalités« oder in der wirtschaftlichen Infrastruktur, die postuliert werden, um das Auftreten von Wissenschaft oder ihre momentanen Errungenschaften zu erklären, sind in den meisten Fällen einfach zu grandios – um nicht zu sagen hagiographisch –, in anderen Fällen offensichtlich rassistisch. Das Ockham'sche Rasiermesser sollte diese Erklärungen zurechtstutzen. Kein »neuer Mensch« trat irgendwann im 16. Jahrhundert plötzlich auf; genauso wenig arbeiten Mutanten mit größeren Gehirnen, die anders als der Rest von uns denken, in modernen Laboratorien. Die Idee eines rationaleren Geistes oder zwingender wissenschaftlicher Methoden, die aus Dunkelheit und Chaos auftauchten, stellt eine zu komplizierte Hypothese dar.

Der erste Schritt in Richtung auf eine überzeugende Erklärung scheint mir zu sein, eine Apriori-Position zu übernehmen. Sie reinigt das Forschungsfeld von allen Unterscheidungen zwischen vorwissenschaftlichen und wissenschaftlichen Kulturen, solchem Denken, solchen Methoden

<sup>1</sup> | Der ursprüngliche Titel »Drawing Things Together« lässt sich in seiner doppelten Bedeutung von »Dinge an einem Ort zusammenziehen« und »visuell darstellen/zeichnen« nicht adäquat ins Deutsche übersetzen [Anm. d. Hg.].

oder Gesellschaften. Wie Jack Goody (1977) herausstellt, sollte die »große Dichotomie« mit ihrer selbstgerechten Sicherheit durch *viele ungewisse und unerwartete* Trennungen ersetzt werden. Dieser negative erste Schritt befreit uns von positiven Antworten, die die Glaubwürdigkeit strapazieren. Alle solchen dichotomischen Unterscheidungen können nur solange überzeugend sein, wie sie von einer starken asymmetrischen einseitigen Sicht, die die beiden Seiten der Unterscheidung oder Grenze sehr unterschiedlich behandelt, durchgesetzt werden. Sobald dieses Vorurteil den Halt verliert, springen die kognitiven Fähigkeiten in alle Richtungen: Zauberer werden zu Popper'schen Falsifikationisten, Wissenschaftler zu naiven Gläubigen, Ingenieure zu herkömmlichen »bricoleurs«; die Bastler allerdings erscheinen als ganz vernünftig (Knorr 1981; Augé 1975). Diese schnellen Umschwünge beweisen, dass die Unterscheidung zwischen vorwissenschaftlicher und wissenschaftlicher Kultur lediglich eine Grenze darstellt – so wie die zwischen Tijuana und San Diego. Sie wird willkürlich von Polizei und Bürokraten durchgesetzt, repräsentiert jedoch keine natürliche Grenze. Obwohl sie für das Unterrichten, für Eröffnungsansprachen und Polemiken sehr nützlich sind, liefern diese »großen Trennungen« keine Erklärungen, sondern sind im Gegenteil das, was erklärt werden muss (Latour 1983).

Es gibt jedoch gute Gründe, weshalb diese Dichotomien – obwohl fortwährend widerlegt – hartnäckig aufrechterhalten werden oder weshalb die Kluft zwischen den beiden Seiten sich sogar noch vergrößert. Die relativistische Position, die dadurch erreicht wurde, den von mir vorgeschlagenen ersten Schritt vorzunehmen und große Dichotomien aufzugeben, wirkt wegen der enormen Konsequenzen der Wissenschaft lächerlich. Man kann nicht den von Goody beschriebenen »Intellektuellen« (1977: Kap. 2) und Galileo in seinen Studien gleichsetzen – genauso wenig wie das Volkswissen über medizinische Kräuter und die »National Institutes of Health«, die sorgsamten Prozeduren an der Elfenbeinküste zur Leichenbefragung und die sorgsame Planung von DNA-Tests in einem kalifornischen Labor, das Erzählen von Ursprungsmythen irgendwo im südafrikanischen Busch und die Urknalltheorie, die zögernden Kalkulationen eines Vierjährigen in Piagets Labor und die Berechnung eines Gewinners der Field-Medaille, einen Abakus und einen Supercomputer. Die Unterschiede in den *Wirkungen* von Wissenschaft und Technik sind so enorm, dass es absurd erscheint, nicht nach enormen Ursachen zu suchen. Wenn Forschende mit diesen extravaganten Ursachen unzufrieden sind, sogar wenn sie zugeben, dass diese willkürlich definiert, durch tägliche Erfahrung falsifiziert und oft widersprüchlich sind, ziehen sie es vor, sie zu erhalten, um die absurden Konsequenzen des Relativismus zu umgehen. Partikelphysik muss sich auf radikale Weise von Volksbotanik unterscheiden; wir wissen nicht, auf welche Weise, aber als Verlegenheitslösung ist die Idee der Rationalität besser als nichts (Hollis/Lukes 1982).

Wir müssen einen Kurs steuern, der uns aus einem simplen Relativismus herausführt, und der, indem er einige einfache, empirisch verifizierbare Ursachen postuliert, die enormen Unterschiede in den Wirkungen, die jeder als real anerkennt, erklären kann. Wir müssen den Maßstab der Effekte beibehalten, jedoch nach schlichteren Erklärungen als der einer großen Trennung im menschlichen Bewusstsein suchen.

Hier werden wir jedoch mit einem anderen Problem konfrontiert. Wie schlicht ist schlicht? Wenn die Leute vor mentalen Ursachen zurückweichen, bedeutet das normalerweise, dass sie an materiellen Ursachen Vergnügen finden. Gigantische Veränderungen im kapitalistischen Produktionsmodus durch die Mittel vieler »Reflexionen«, »Trübungen« und »Vermittlungen« beeinflussen die Arten von Beweisen, Argumentationen und Glauben. »Materialistische« Erklärungen beziehen sich oft auf tief verwurzelte Phänomene, zu deren Superstrukturen die Wissenschaft gehört (Sohn-Rethel 1978). Das Endresultat dieser Strategie ist, dass nichts empirisch verifizierbar ist, da eine gähnende Kluft zwischen allgemeinen ökonomischen Trends und den feinen Details kognitiver Innovationen besteht. Am schlimmsten ist jedoch, dass wir zur Erklärung von Wissenschaft vor einer bestimmten Wissenschaft, der Ökonomie, niederknien müssen. Ironischweise sind viele »materialistische« Darstellungen des Auftretens von Wissenschaft keineswegs materiell, da sie die präzise Praxis und Kunstfertigkeit des Wissens ignorieren und den allwissenden ökonomischen Historiker von genauerer Untersuchung abhalten.

Es scheint mir so zu sein, dass die einzige Möglichkeit, der simplizistischen, relativistischen Position zu entkommen, die ist, sowohl »materialistische« als auch »mentalistische« Erklärungen um jeden Preis zu vermeiden und stattdessen nach sparsameren Darstellungen zu suchen, die durch und durch empirisch und in der Lage sind, die großen Effekte von Wissenschaft und Technik zu erklären.

Es scheint, dass die besten Erklärungen – jene, die aus dem Wenigsten das Meiste machen – die sind, die die Handwerkskunst des Schreibens und der Visualisierung in Betracht ziehen. Sie sind sowohl materiell als auch schlicht, da sie so praktisch, so bescheiden, so durchdringend sind, so direkt vor Augen und Händen liegen, dass sie der Aufmerksamkeit entgegen. Jede von ihnen entleert grandiose Schemata und konzeptuelle Dichotomien und ersetzt sie durch einfache Modifikationen der Art, wie Personengruppen miteinander argumentieren und dabei Papier, Zeichen, Drucke und Diagramme verwenden. Trotz ihrer verschiedenen Methoden, Felder und Ziele verbindet diese Strategie der Deflation sehr verschiedene Forschungsansätze und stattet sie mit einem gleichermaßen ironischen wie erfrischenden Stil aus.<sup>2</sup>

2 | Z.B. Levi Strauss' Unterscheidung zwischen Bastler und Ingenieur oder zwischen heißen und kalten Gesellschaften (1962); oder der von Garfinkel zwischen

Wie diese Forscher war auch ich während einer Studie über ein biologisches Laboratorium beeindruckt von der Art, wie viele Aspekte der Laborpraxis geordnet werden konnten, indem man sich weder die Gehirne der Wissenschaftler (zu denen mir der Zutritt verweigert wurde!) noch die kognitiven Strukturen (nichts Besonderes) oder die Paradigmen (seit 30 Jahren dieselben) ansah, sondern die Transformation von Ratten und Chemikalien in Papier (Latour/Woolgar 1979, 1986). Es war nicht, wie ich zuerst dachte, einfach meine subjektive Sicht, mich auf die Literatur sowie auf die Art, in der alles und jedes in Inskriptionen umgewandelt wurde, zu konzentrieren; das Labor war vielmehr genau dafür gemacht worden. Die Instrumente z.B. waren von verschiedener Art, verschiedenem Alter und unterschiedlichem Verfeinerungsgrad. Einige waren Möbelstücke, andere füllten große Räume, gaben vielen Technikern Arbeit und brauchten viele Wochen für ihren Betrieb. Ihr Endresultat jedoch, unabhängig vom Fachbereich, war immer ein kleines Fenster, durch das man einige wenige Zeichen eines ziemlich kärglichen Repertoires (Diagramme, Flecken, Bänder, Spalten) ablesen konnte. Alle diese Inskriptionen, wie ich sie nannte, waren kombinierbar, übereinander lagerbar und konnten – mit nur einem Mindestaufwand an Ordnen – als Darstellungen in den Text von Artikeln, die von Menschen geschrieben wurden, integriert werden. Viele der intellektuellen Glanzleistungen, die ich bewundern sollte, konnten neu formuliert werden, sobald diese Aktivität des Schreibens auf Papier und der Inskription in den Fokus der Analyse rückte. Statt hochtrabende Theorien oder Logikunterschiede zu bemühen, konnte ich mich so fest wie Goody an der Ebene einfacher Kunstfertigkeit festhalten. Die Domestizierung oder Disziplinierung des Geistes dauerte noch an, mit Instrumenten, die denen, auf die Goody sich bezog, sehr ähnlich waren. Fehlten diese Ressourcen, begannen dieselben Wissenschaftler zu stammeln, zu zögern und Unsinn zu reden und dabei jede Art politischer oder kultureller Vorurteile zur Schau zu stellen. Obwohl ihr Denken, ihre wissenschaftlichen Methoden, ihre Paradigmen, ihre Weltansichten und ihre Kulturen weiterhin galten, konnte ihre Konversation sie nicht am rechten Platz halten. Inskriptionen oder die Praxis des Inskribierens hätten das jedoch vermocht.

Die große Trennung kann in viele kleine, unerwartete und praktische Kompetenzen zerlegt werden, Bilder zu produzieren, über sie zu lesen und zu schreiben. Diese Strategie der Deflation hat jedoch einen gewichtigen Nachteil. Ihre Resultate scheinen gleichermaßen offensichtlich (an der

alltäglichen und wissenschaftlichen Gedankenmodi (1967); oder Bachelards vielen »coupures épistémologiques«, die die Wissenschaft vom gesunden Menschenverstand, von der Intuition oder von ihrer eigenen Vergangenheit trennen (1934, 1967); oder Hortons differenzierte Unterscheidung zwischen der Akzeptanz von Monstern und ihrer Vermeidung (1977) oder primären und sekundären Theorien (1982).

Grenze zu einem wortwörtlichen Klischee) und zu schwach zu sein, um die gewaltigen Konsequenzen von Wissenschaft und Technik zu erklären, die nicht geleugnet werden können (wie wir oben einvernehmlich feststellten). Natürlich stimmt jeder zu, dass Schreiben, Drucken und Visualisieren wichtige *Nebenprodukte* der wissenschaftlichen Revolution oder der Psychogenese des wissenschaftlichen Denkens sind. Sie können notwendig sein, stellen jedoch keine zureichenden Gründe dar. Die Deflationsstrategie mag uns von einer mystischen großen Kluft befreien, wird uns jedoch allem Anschein nach in eine schlimmere Art von Mystizismus führen, wenn der Forscher, der sich mit Formen und Bildern beschäftigt, an die Macht von Zeichen und Symbolen glauben soll, die von allem anderen isoliert sind.

Dies ist ein starker Einwand. Wir müssen zugeben, dass es beim Sprechen über Bilder und Formen einfach ist, sich von der überzeugendsten hin zu einer trivialen Erklärung zu verschieben, die nur marginale Aspekte des Phänomens, das wir erklären möchten, enthüllt. Diagramme, Listen, Formeln, Archive, technische Zeichnungen, Akten, Gleichungen, Wörterbücher, Sammlungen und so weiter können abhängig von der Art, wie sie in den Fokus gerückt werden, nahezu alles oder nichts erklären. Es ist nur zu einfach, eine Reihe von Klischees – von der chinesischen Vorliebe für Ideogramme über die doppelte Buchführung (ohne die Bibel zu vergessen) bis hin zur Computerkultur – zusammenzuwerfen, um Havelocks Argumentation über das griechische Alphabet (1980) oder Walter Ongs Wiedergabe der Methode von Rame (1971) zu erweitern. Jeder stimmt zu, dass Formen, Bilder und Schrift überall gegenwärtig sind. Aber wie viel Erklärungsbedarf können sie decken? Wie viele kognitive Fähigkeiten können durch sie nicht nur leichter, sondern erschöpfend erklärt werden? Während ich durch diese Literatur wate, habe ich das deprimierende Gefühl, dass wir uns abwechselnd auf festem, neuem Grund bewegen oder aber in einem alten Sumpf stecken geblieben sind. Ich möchte einen Weg finden, den Fokus beständig zu halten, sodass wir wissen, was wir von unserer Deflationsstrategie erwarten können.

Um diesen Fokus zu halten, müssen wir zuerst überlegen, wann wir erwarten können, dass Änderungen in den Schreib- und Visualisierungsprozeduren überhaupt einen Unterschied in der Art unseres Argumentierens, Beweisens oder Glaubens machen. Ohne diesen vorbereitenden Schritt wird den Inskriptionen – abhängig vom Kontext – entweder zu viel oder zu wenig Gewicht beigegeben.

Anders als Leroi-Gourhan (1964) wollen wir nicht die gesamte Geschichte des Schreibens und der visuellen Hilfsmittel vom primitiven Menschen bis zum Computer betrachten. Wir sind hier nur an ein paar spezifischen Erfindungen des Schreibens und der bildlichen Darstellung

interessiert. Um diese Besonderheit zu definieren, müssen wir uns die Konstruktion härterer Fakten genauer ansehen.<sup>3</sup>

Wer gewinnt in einer agonistischen Begegnung zweier Autoren sowie zwischen ihnen und all jenen, die sie dazu brauchen, um eine Aussage A aufzubauen? Antwort: Derjenige, der in der Lage ist, *am schnellsten die größte Anzahl gruppierter und treuer Alliierten aufzubieten*. Diese Definition von Sieg ist dem Krieg, der Politik, dem Recht und – wie ich jetzt zeigen werde – der Wissenschaft und der Technik gemeinsam. Ich behaupte, dass Schreiben und bildliche Darstellung nicht selbst die Veränderungen in unserer wissenschaftlichen Gesellschaft erklären können, sondern dazu *verhelfen, diese agonistische Situation* günstiger zu gestalten. Also ist es weder die gesamte Anthropologie des Schreibens noch die Geschichte der Visualisierung, die uns in diesem Kontext interessieren. Wir sollten uns lieber auf jene Aspekte konzentrieren, die beim Aufbieten, der Präsentation, der Zunahme, der effektiven Gruppierung oder der Rückversicherung der Treue neuer Verbündeter helfen. Wir müssen – in anderen Worten – die Art betrachten, in der jemand einen anderen davon überzeugt, eine Aussage aufzunehmen, sie weiterzugeben, sie wie eine Tatsache zu gestalten und die Autorschaft und Originalität des ersten Autors anzuerkennen. Das ist, was ich hinsichtlich Visualisierung und Kognition mit »den Fokus beständig halten« meine. Wenn wir nur auf der Ebene der visuellen Aspekte bleiben, fallen wir in eine Reihe schwacher Klischees zurück oder werden in alle nur denkbaren faszinierenden, akademischen Fragestellungen weit ab von unserem Problem geführt; wenn wir uns aber andererseits nur auf die agonistische Situation konzentrieren, entgleitet uns das Prinzip jedes Sieges, jeglicher Solidität in Wissenschaft und Technik für immer. Wir müssen die beiden Okulare zusammen halten, um sie in ein wirkliches Binokular zu verwandeln; es dauert eine Weile, sie zu fokussieren, aber das, was man am Ende sieht, lohnt hoffentlich das Warten.

Ein Beispiel zur Illustration: La Pérouse reist für Ludwig XVI. durch den Pazifik, mit der ausdrücklichen Mission, eine bessere Karte zurückzubringen. Eines Tages trifft er bei seiner Landung auf Sakhalin (wie er es nennt) auf Chinesen und versucht, von ihnen zu erfahren, ob Sakhalin eine Insel oder eine Halbinsel ist. Zu seiner großen Überraschung verstehen die Chinesen Geographie recht gut. Ein älterer Mann steht auf und zeichnet eine Karte der Insel in den Sand im Maßstab und mit den Details, die

3 | Eine Tatsache ist härter oder weicher als eine Funktion dessen, was später in anderen Händen mit ihr geschieht. Jeder von uns agiert als ein Multikonduktor für die vielen Ansprüche, die uns begegnen: Wir mögen uninteressiert sein oder sie ignorieren oder interessiert sein – wir werden sie jedoch immer modifizieren und in etwas vollkommen anderes verwandeln. Manchmal agieren wir tatsächlich als Konduktor und geben den Anspruch ohne weitere Modifikation weiter (vgl. dazu Latour/Woolgar 1979; Latour 1984b).

La Pérouse braucht. Ein Jüngerer sieht, dass die ansteigende Flut die Karte bald auslöschen wird und nimmt eines von La Pérouses Notizbüchern, um die Karte noch einmal mit einem Bleistift zu zeichnen.

Was sind die Unterschiede zwischen unzivilisierter und zivilisierter Geographie? Es ist weder notwendig, vorwissenschaftliches Denken ins Feld zu führen, noch zwischen einem geschlossenen und einem offenen Dilemma (Horton 1977) oder primären und sekundären Theorien (Horton 1982), implizit und explizit, konkreter und abstrakter Geographie zu unterscheiden. Die Chinesen sind sehr wohl in der Lage, in Begriffen einer Landkarte zu denken oder mit La Pérouse auf gleicher Augenhöhe über Navigation zu sprechen. Die Fähigkeit des Zeichnens und des Visualisierens macht, genauer gesagt, auch keinen wirklichen Unterschied, da sie alle Karten zeichnen, die mehr oder weniger auf demselben Projektionsprinzip basieren – zuerst auf Sand, dann auf Papier. Es gibt also vielleicht gar keinen Unterschied? Hat der Relativismus, da die Geographie gleich ist, Recht? Das kann nicht sein, weil La Pérouse etwas tut, das einen enormen Unterschied zwischen Chinesen und Europäern macht. Was für den einen eine unwichtige Zeichnung ist, die die Flut ruhig auslöschen kann, ist für den Letzteren *der einzige Gegenstand* seiner Mission. Was ins Bild gebracht werden muss, ist, wie das Bild zurückgebracht werden muss. Der Chinese braucht keine Aufzeichnungen zu machen, weil er so viele Landkarten erzeugen kann wie er will, da er auf dieser Insel geboren und dazu bestimmt ist, hier zu sterben. La Pérouse wird nicht länger als eine Nacht bleiben; er ist nicht dort geboren und wird weit entfernt sterben. Was macht er dann? Er durchquert alle diese Orte, um etwas nach Versailles zurückzunehmen, wo viele Leute erwarten, dass seine Karte bestimmt, wer in dem Punkt, ob Sakhalin eine Insel ist oder nicht, Recht hat und wer nicht; wem dieser oder jener Teil der Welt gehört und entlang welcher Routen das nächste Schiff segeln soll. Ohne diesen besonderen Trajektor wäre La Pérouses ausschließliches Interesse an Spuren und Inskriptionen unmöglich zu verstehen – dies ist der erste Aspekt; ohne Dutzende von Innovationen in der Inskription, Projektion, im Schreiben, Archivieren und Berechnen wäre seine Bewegung durch den Pazifik vollkommen vergeblich – und dies ist der zweite, ebenso entscheidende Aspekt. Wir müssen die beiden zusammen betrachten. Kommerzielle Interessen, kapitalistischer Geist, Imperialismus und Wissensdurst sind leere Begriffe, wenn man nicht Mercators Projektion, Schiffsuhrn und ihre Hersteller, Kupfergravuren auf Karten, das Führen von »Logbüchern« und die vielen gedruckten Ausgaben von »Cooks Reisen«, die La Pérouse bei sich trug, in Betracht zieht. An diesem Punkt ist die oben von mir skizzierte Deflationsstrategie stark. Andererseits würde keine Innovation in der Berechnung des Längen- und Breitengrades, im Bau von Uhren, in der Zusammenstellung von Logbüchern, im Druck von Kupferplatten einen wie auch immer gearteten Unterschied machen, wenn sie nicht dazu beitragen würde, Alliierte auf-

zubieten, zu gruppieren und neue und unerwartete Verbündete weitab von Versailles zu gewinnen. Die Praktiken, an denen ich interessiert bin, wären sinnlos, wenn sie nicht auf bestimmte Kontroversen Einfluss hätten und Kritiker dazu bringen würden, neue Fakten zu glauben und sich auf neue Art zu verhalten. Hier versagt ein ausschließliches Interesse an Visualisierung – und Schrift und kann sogar kontraproduktiv sein. Nur den zweiten Argumentationsstrang zu verfolgen, würde eine mystische Sicht auf die von semiotischem Material gewährleisteten Mächte wie z.B. bei Derrida (1967) bedeuten; nur die erste zu erhalten würde bedeuten, eine idealistische Erklärung hochzuhalten (auch wenn diese einen materialistischen Anschein macht).

Ziel dieses Beitrags ist es, beide Argumentationsstränge gleichzeitig zu verfolgen. Wir finden, anders ausgedrückt, nicht alle Erklärungen betreffend Inskription gleichermaßen überzeugend, sondern nur die, die uns helfen zu verstehen, wie die Mobilisierung und Aufbietung neuer Ressourcen erreicht wird. Wir finden nicht alle Erklärungen hinsichtlich sozialer Gruppen, Interessen und ökonomischer Trends gleichermaßen überzeugend, sondern nur die, die einen spezifischen Mechanismus zur Zusammenfassung von »Gruppen«, »Interessen«, »Geld« und »Trends« anbieten: Mechanismen, von denen wir glauben, dass sie von der Manipulation von Papier, Formen, Bildern usw. abhängen. La Pérouse zeigt uns den Weg, da ohne neue Arten von Inskriptionen nichts Brauchbares von seiner langen, kostspieligen und schicksalsschweren Reise nach Versailles zurückgekommen wäre. Ohne seine seltsame Mission jedoch, die von ihm verlangte, fortzugehen und zurückzukehren, sodass andere in Frankreich überzeugt werden könnten, würde keine Modifikation der Inskription den auch nur kleinsten Unterschied gemacht haben.

Die wesentlichen Eigenschaften von Inskriptionen können nicht in Begriffen von Visualisierung, Form und Schrift definiert werden. Bei diesem Problem von Visualisierung und Kognition steht nicht *die Wahrnehmung* auf dem Spiel. Neue Inskriptionen und neue Arten, diese wahrzunehmen, sind vielmehr das Ergebnis von etwas, das tiefer liegt. Wenn man von *seinem* gewohnten Weg abweichen und schwer beladen zurückkehren möchte, um andere dazu zu zwingen, *ihre* gewohnten Wege zu verlassen, besteht das hauptsächlich zu lösende Problem in der *Mobilisierung*. Man muss fortgehen und *mit* den »Dingen« zurückkehren, wenn die Bewegungen nicht vergeblich sein sollen; die »Dinge« müssen aber in der Lage sein, die Rückreise zu überstehen, ohne Schaden zu nehmen. Weitere Erfordernisse: Die gesammelten und verlagerten »Dinge« müssen alle gleichzeitig denen präsentierbar sein, die man überzeugen will und die nicht fortgegangen sind. Kurz: Man muss Objekte erfinden, die *mobil*, aber auch *unveränderlich*, *präsentierbar*, *lesbar* und miteinander *kombinierbar* sind.

## Über unveränderlich mobile Elemente

Es scheint mir, dass die meisten Forscher, die an den Beziehungen zwischen Inskriptionsprozeduren und Kognition gearbeitet haben, tatsächlich auf verschiedene Art und Weise über die Geschichte dieser unveränderlich mobilen Elemente geschrieben haben.

### Optische Konsistenz

Das erste Beispiel, das ich betrachten will, ist sehr bemerkenswert. Ivins schrieb vor Jahren darüber und fasste alles auf ein paar folgenreichen Seiten zusammen. Die Rationalisierung, die sich während der so genannten »wissenschaftlichen Revolution« ereignete, betrifft nicht den Geist, das Auge oder die Philosophie, sondern das *Sehen*. Wieso ist die Perspektive eine so wichtige Erfindung?

»Wegen ihres logischen Erkennens interner Invarianzen durch alle durch Veränderung der räumlichen Platzierung produzierten Transformationen.« (Ivins 1973: 9)

In linearer Perspektive, ungeachtet aus welcher Entfernung und aus welchem Winkel ein Objekt gesehen wird, ist es immer möglich, dieses zu transferieren – zu übersetzen – und dasselbe Objekt in einer anderen Größe als der von einer anderen Position aus gesehenen zu erhalten. Im Verlauf dieser Übersetzung werden seine internen Eigenschaften nicht modifiziert. Diese Unveränderbarkeit der verlagerten Figur gestattet Ivins eine zweite wesentliche Feststellung: Da das Bild sich ohne Verzerrung bewegt, ist es im Rahmen linearer Perspektive möglich, eine von ihm so bezeichnete »Hin- und Rück«-Beziehung zwischen Objekt und Figur zu etablieren. Ivins zeigt uns, wie die Perspektive Bewegung durch den Raum sozusagen mit Rückfahrkarte ermöglicht. Man kann eine Kirche in Rom sehen, sie mit sich nach London nehmen, sodass man sie in London rekonstruieren kann oder nach Rom zurückkehren und das Bild verbessern. Durch die Perspektive werden genau wie durch La Pérouses Karte – und aus denselben Gründen – neue Bewegungen ermöglicht. Man kann seinen Weg verlassen und mit allen Orten, durch die man gegangen ist, zurückkehren; diese sind alle in derselben homogenen Sprache (Längengrad und Breitengrad, Geometrie) aufgeschrieben, die es erlaubt, den Maßstab zu wechseln, sie repräsentierbar zu machen und sie beliebig zu kombinieren.<sup>4</sup>

4 | »Wissenschaft und Technik sind in mehr als direkter Proportion zur Fähigkeit des Menschen, Methoden zu entwickeln, durch die Phänomene, die andererseits nur durch die Sinne des Hörens, Schmeckens und Riechens erfahren werden könnten, vorangeschritten, in den Bereich des visuellen Erkennens und Messens

Für Ivins ist Perspektive eine wesentliche Determinante von Wissenschaft und Technik, weil sie »optische Konsistenz« oder, einfacher ausgedrückt, eine gerade Straße durch den Raum schafft. Ohne sie

»verändern sich mit der Verschiebung der Örtlichkeiten entweder die äußeren Beziehungen der Objekte wie etwa ihre Formen visueller Wahrnehmung oder dann ihre inneren Beziehungen.« (Ebd.)

Die Verschiebung von den anderen Sinnen zum Sehen ist eine Konsequenz der agonistischen Situation. Man präsentiert abwesende Dinge. Niemand kann die Insel Sakhalin riechen, hören oder berühren, aber man kann auf die Karte schauen und bestimmen, auf welchem Kurs man das Land erreichen wird, wenn man die nächste Flotte schickt. Die Sprecher reden miteinander, fühlen, hören und berühren einander, *aber* sie sprechen jetzt *mittels* vieler abwesender Dinge, die alle gleichzeitig präsentiert werden. Diese Präsenz/Absenz ist durch die Hin- und Rück-Verbindung möglich, die von diesen Dingen etabliert wird – Perspektive, Projektion, Karte, Logbuch usw. – und die eine Übersetzung ohne Beeinträchtigung gestatten.

Auch Edgerton richtet unsere Aufmerksamkeit auf einen Vorteil linearer Perspektive (1976). Dieser unerwartete Vorteil zeigt sich, wenn religiöse oder mythologische Themen und Utopien mit der gleichen Perspektive dargestellt werden, die zur Wiedergabe von Natur verwendet wird (Edgerton 1980: 189).

»Sogar wenn der Inhalt des gedruckten Testes unwissenschaftlich wäre, präsentierte das gedruckte Bild im Westen immer ein rationales, auf den universellen Gesetzen der Geometrie basierendes Bild. In diesem Sinn verdankt die wissenschaftliche Revolution Albrecht Dürer mehr als Leonardo da Vinci.« (Ebd.: 190)

Selbst die wildeste oder heiligste Fiktion und Dinge der Natur – sogar die niedrigsten – haben einen Versammlungsort, *einen gemeinsamen Platz*, weil sie alle von derselben »optischen Konsistenz« profitieren.<sup>5</sup> Man kann

gebracht worden und sind dann Gegenstand jener logischen Symbolisierung geworden, ohne die rationale Gedanken und Analyse unmöglich sind.« (Ivins 1973: 13)

5 | »Die bezeichnendsten Charakteristika der europäischen bildlichen Repräsentation seit dem 14. Jahrhundert waren einerseits ihr beständig zunehmender Naturalismus und andererseits ihre rein schematische und logische Ausdehnung. Es wird hier behauptet, dass beide in großen Teilen von der Entwicklung und Durchdringung von Methoden abhängen, die in invarianter Form wiederholbare Symbole bereitstellen, um das visuelle Bewusstsein und eine Grammatik der Perspektive zu repräsentieren, die es ermöglichten, logische Beziehungen nicht nur innerhalb des Symbolsystems, sondern auch zwischen dem System und den For-

nicht nur Städte, Landschaften oder Ureinwohner verlagern und auf Straßen durch den Raum von ihnen weg und wieder zu ihnen hin gehen, sondern man kann auch Heilige, Götter, Himmel, Paläste oder Träume mit denselben Hin- und Rück-Straßen erreichen und sie durch dieselbe »Fensterscheibe« auf derselben zweidimensionalen Oberfläche betrachten. Die doppelspurige Straße wird zu einer vierspurigen Autobahn! Unmögliche Paläste können realistisch gezeichnet werden, umgekehrt ist es aber auch möglich, mögliche Objekte so zu zeichnen, als seien sie utopisch. Wie Edgerton in seinem Kommentar zu Agricolas Drucken zeigt, können reale Objekte in getrennten Teilen oder explodierenden Ansichten gezeichnet oder in verschiedenen Maßstäben, Winkeln oder Perspektiven auf demselben Blatt Papier abgebildet werden. Es spielt keine Rolle, da die »optische Konsistenz« allen Teilen gestattet, sich miteinander zu mischen.

»Merkwürdigerweise erlauben lineare Perspektive und Chiaroscuro, die Bildern geometrische Stabilität verleihen, dem Betrachter ebenfalls eine momentane Aufhebung seiner Abhängigkeit vom Gesetz der Schwerkraft. Mit ein bisschen Übung kann sich der Betrachter solide Volumen vorstellen, die als abgetrennte Komponenten einer Vorrichtung frei im Raum treiben.« (Ebd.: 193)

Wie Ferguson sagt, hat »der Geist« endlich »ein Auge«.

In diesem Stadium, auf Papier, können Hybriden geschaffen werden, in denen sich Zeichnungen aus vielen Quellen vermischen. Perspektive ist nicht interessant, weil sie realistische Bilder bietet; andererseits ist sie doch von Interesse, weil sie vollständige Hybriden erschafft: Natur gesehen als Fiktion, Fiktion gesehen als Natur, mit allen Elementen, die im Raum so homogenisiert werden, dass es nun möglich ist, sie wie ein Kartenspiel zu mischen. In seinem Kommentar zum Gemälde »St. Jérôme in seinem Studierzimmer« schreibt Edgerton:

»Antonellos Heiliger Jérôme ist das perfekte Paradigma eines neuen Bewusstseins der physischen Welt, das von den westeuropäischen Intellektuellen im späten 15. Jahrhundert erlangt worden ist. Dieses Bewusstsein trat besonders bei Künstlern wie Leonardo da Vinci, Francesco di Giorgio Martini, Albrecht Dürer, Hans Holbein und einigen mehr zutage, die alle [...] eine verfeinerte Grammatik und Syntax zur Quantifizierung natürlicher Phänomene in Bildern entwickelt hatten. In ihren Händen wurde das Erschaffen von Bildern zu einer piktorialen Sprache, die mit etwas Übung mehr Informationen schneller und [sic!] für ein potentiell größeres Publikum kommunizieren konnte als jede verbale Sprache in der menschlichen Geschichte.« (Ebd.: 189)

men und Örtlichkeiten der Objekte, die es symbolisiert, herzustellen.« (Ivins 1973: 12)

Die Perspektive illustriert den doppelten Argumentationsstrang, den ich im vorangegangenen Abschnitt präsentiert habe. Innovationen in der graphischen Darstellung sind insofern wesentlich, als sie neue Hin- und Rückbeziehungen mit Objekten (aus der Natur oder aus der Fiktion) etablieren – und nur insofern sie Inskriptionen entweder erlauben, mobiler zu werden, oder durch alle Verlagerungen hindurch unveränderbar zu bleiben.

### Visuelle Kultur

Noch bemerkenswerter als die italienische, von Ivans und Edgerton beschriebene Perspektive ist, wie Svetlana Alpers sehr schön aufzeigt (1983), die niederländische Perspektiven-Methode in der bildenden Kunst. Wie sie uns erzählt, malen die Holländer nicht grandiose historische Szenen, als würde man sie durch ein sorgfältig gerahmtes Fenster betrachten; sie verwenden die Oberfläche ihrer Gemälde (wie das Äquivalent einer Netzhaut), um die Welt direkt darauf zu malen. Wenn Bilder auf diese Weise eingefangen werden, gibt es für den Betrachter keinen privilegierten Standpunkt mehr. Die Tricks der Camera Obscura transformieren großformatige dreidimensionale Objekte in eine kleine zweidimensionale Oberfläche, um die sich der Betrachter nach Gutdünken bewegen kann.<sup>6</sup>

Für unsere Zwecke liegt das Hauptinteresse von Alpers Buch in der Art, in der sie die Veränderungen einer »visuellen Kultur« im Lauf der Zeit zeigt. Sie richtet ihr Hauptaugenmerk nicht auf die Inskriptionen oder Bilder, sondern auf die simultane Transformation von Wissenschaft, Kunst, Theorie des Sehens, Organisation der Handwerke und wirtschaftlichen Kräften. Die Leute sprechen oft von »Weltsichten«, aber dieser kraftvolle Ausdruck wird metaphorisch verwendet. Alpers stattet diesen alten Begriff mit seiner materiellen Bedeutung aus: Wie eine Kultur die *Welt sieht* und sie sichtbar macht. Eine neue visuelle Kultur redefiniert sowohl, was Sehen bedeutet, als auch, was es zu sehen gibt. Ein Zitat von Comenius fasst auf passende Weise die neue Obsession, Objekte neu sichtbar zu machen, zusammen:

»Wir sprechen nun von der Art, in der Objekte den Sinnen präsentiert werden müssen, wenn der Eindruck deutlich sein soll. Dies ist einfach zu verstehen, wenn wir den Prozess des tatsächlichen Sehens betrachten. Wenn man das Objekt deutlich sehen will, ist es notwendig: (1) es vor unseren Augen zu platzieren, (2) das nicht weit entfernt, sondern in einem vernünftigen Abstand, (3) nicht von einer

6 | »Charakteristischerweise versuchten nördliche Künstler, durch eine Transformation der Ausdehnung des Sehens auf ihre kleinen, flachen Arbeitsflächen alles zu repräsentieren [...]. Es ist die Kapazität der Bildoberfläche, eine Ähnlichkeit mit der Welt – ein Aggregat von Ansichten – zu beinhalten, die viele Bilder im Norden charakterisiert.« (Ebd.: 51)

Seite, sondern genau vor unseren Augen, (4) sodass die Vorderseite des Objekts nicht vom Betrachter weg, sondern in Richtung auf den Betrachter gedreht ist, (5) dass die Augen zunächst das Objekt als Ganzes aufnehmen, (6) und dann fortfahren, die Teile zu unterscheiden, (7) diese dann der Reihe nach von Anfang bis Ende inspizieren, (8) die Aufmerksamkeit auf jedes einzelne Teil gerichtet wird, (9) bis sie alle anhand ihrer wesentlichen Attribute aufgenommen sind. Wenn alle diese Erfordernisse vollständig beachtet werden, findet das Sehen erfolgreich statt; wird nur eines vernachlässigt, gibt es nur einen Teilerfolg.« (Zit. n. Alpers 1983: 95)

Diese neue Obsession, den Akt des Sehens zu definieren, kann in der Wissenschaft jener Zeit, aber auch in modernen Laboratorien gefunden werden. Comenius' Ratschlag ähnelt sowohl dem von Boyle, als er die Zeugen seines Luftpumpen-Experiments disziplinierte (Shapin 1984), als auch jenem von Lynch untersuchten Neurologen, als sie ihre Hirnzellen »disziplinierten« (Lynch 1985a). Menschen in vorwissenschaftlicher Zeit und außerhalb von Laboratorien gebrauchen ihre Augen, aber nicht auf diese Weise. Sie schauen auf das Spektakel der Welt, aber nicht auf diesen neuen Typus von Bild, der dazu erdacht ist, die Objekte der Welt zu transportieren, sie in Holland zu akkumulieren, sie mit Unterschriften und Legenden zu versehen und nach eigenem Willen zu kombinieren. Alpers macht verständlich, was Foucault (1966) nur anriss: wie dieselben Augen plötzlich beginnen, »Repräsentationen« zu sehen. Das »Panoptikum«, das sie beschreibt, ist ein *fait social total*, das alle Aspekte der Kultur neu definiert. Noch wichtiger ist, dass Alpers nicht eine neue Sicht erklärt, indem sie »soziale Interessen« oder die »ökonomische Infrastruktur« einbringt. Die neue präzise Szenographie, die in einer Weltsicht resultiert, definiert zugleich, was Wissenschaft oder Kunst ist und was es bedeutet, eine Weltwirtschaft zu haben. Wie ich es vorher schon formuliert habe, wird ein kleines flaches Land mächtig, indem es einige wesentliche Erfindungen macht, die es Menschen erlauben, ihre Mobilität zu beschleunigen und die Unveränderbarkeit der Inskriptionen zu verstärken: Auf diese Weise ist die Welt in diesem kleinen Land versammelt.

Alpers Beschreibung der niederländischen visuellen Kultur erreicht dasselbe Ergebnis wie Edgertons Studie der technischen Zeichnungen: Ein neuer Versammlungsplatz für Fakten und Fiktion, Wörter und Bilder ist entworfen. Die Karte selbst ist ein solches Ergebnis, umso mehr, als sie zur Inskribierung ethnographischer Inventare (Ende ihres Kapitels IV) oder Ortsbeschriften (Kapitel V), Stadtmrisse usw. verwendet wird. Die Hauptqualität des neuen Raumes ist nicht die, »objektiv« zu sein, wie eine naive Realismusdefinition oftmals vorgibt, sondern: optische Konsistenz zu haben. Diese Konsistenz bringt die *Kunst*, alles *zu beschreiben*, und die Möglichkeit, von einem Typ von visueller Spur zu einer anderen zu gehen, mit sich. Folglich überrascht es uns nicht, dass Briefe, Spiegel, Linsen, gemalte Wörter, Perspektiven, Inventare, illustrierte Kinderbücher, Mikro-

skope und Teleskope in dieser visuellen Kultur zusammenkommen. Alle Innovationen werden ausgewählt, um »insgeheim und ohne Verdächtigung zu sehen, was weit entfernt an anderen Orten gemacht wird« (zit. in Alpers 1983: 201).

### Eine neue Art, Zeit und Raum zu akkumulieren

Ein anderes Beispiel soll zeigen, dass Inskriptionen nicht per se interessant sind, sondern nur, weil sie entweder die Mobilität oder die Unveränderbarkeit von Spuren steigern. Die Erfindung des Buchdrucks und seine Auswirkungen auf Wissenschaft und Technik ist ein Klischee der Historiker; niemand hat jedoch diese Renaissance-Argumentation so vollständig erneuert wie Elizabeth Eisenstein (1979). Wieso? Weil sie die Druckerpresse als Mobilisierungsvorrichtung betrachtet oder, genauer, als Vorrichtung, die sowohl Mobilisierung als auch Unveränderbarkeit zur selben Zeit ermöglicht. Eisenstein sucht nicht nach einer einzigen Ursache der wissenschaftlichen Revolution, sondern nach einer Nebenursache, die alle Wirkursachen ins Verhältnis zueinander setzt. Die Druckerpresse ist offensichtlich eine machtvolle Ursache dieser Art. Unveränderbarkeit wird durch den Prozess des Druckens vieler identischer Kopien sichergestellt, Mobilität durch die Anzahl der Kopien, das Papier, die beweglichen Lettern. Die Verbindungen zwischen verschiedenen Orten in Zeit und Raum werden von dieser phantastischen Beschleunigung unveränderlich mobiler Elemente, die irgendwo in allen Richtungen Europas zirkulieren, vollständig modifiziert. Wie Ivins gezeigt hat, ist Perspektive plus Druckerpresse plus *Aqua Forte* die wirklich wichtige Kombination, da Bücher nun die realistischen Bilder dessen, worüber sie sprechen, bei sich tragen. Zum ersten Mal kann eine Örtlichkeit andere, in Raum und Zeit weit entfernte Orte akkumulieren und sie dem Auge synoptisch präsentieren; diese synoptische Präsentation kann, einmal überarbeitet, verbessert oder unterbrochen, noch besser ohne Modifikation an anderen Plätzen verbreitet und zu anderen Zeiten verfügbar gemacht werden.

Nachdem Eisenstein Historiker diskutiert hat, die viele widersprüchliche Einflüsse zur Erklärung des Aufstiegs der Astronomie vorschlugen, schreibt sie:

»Ob der Astronom des 16. Jahrhunderts mit Materialien aus dem vierten vorchristlichen Jahrhundert – oder im 14. Jahrhundert neu verfassten – konfrontiert war oder ob er empfänglicher gegenüber akademischen oder humanistischen Gedankenströmungen war, scheint in dieser bestimmten Verbindung von geringerer Bedeutung als die Tatsache, dass alle Arten diverser Materialien im Verlauf eines Lebens von einem Paar Augen gesehen wurden. Für Kopernikus wie für Tycho war das Ergebnis ein erhöhtes Bewusstsein und Unzufriedenheit mit den Diskrepanzen der inhärenten Daten.« (Eisenstein 1979: 602)

Mit vernichtender Ironie verlagert die Autorin die Aufmerksamkeit vom Geist auf die Oberfläche der mobilisierten Ressourcen:

»Um die Wahrheit eines Satzes von Euklid zu entdecken«, schrieb John Locke, »bedarf es kaum der Offenbarung; Gott hatte uns mit natürlicheren und sichereren Mitteln, Kenntnis über sie zu erlangen, ausgestattet«. Im elften Jahrhundert jedoch hatte Gott die westlichen Gelehrten nicht mit natürlicheren und sichereren Mitteln zum Erfassen eines Euklidischen Theorems ausgestattet. Stattdessen engagierten sich die gelehrtesten Männer der Christenheit in einer fruchtlosen Suche, um zu entdecken, was Euklid mit seinem Bezug auf innere Winkel gemeint hatte.« (Ebd.: 649)

Für Eisenstein kann jede große Diskussion über die Reformation, die wissenschaftliche Revolution und die neue kapitalistische Wirtschaft umgeformt werden, indem man sich anschaut, was Verleger und die Druckerpresse ermöglichen. Der Grund, weshalb diese alte Erklärung in ihrer Behandlung neue Form annimmt, ist, dass Eisenstein sich nicht nur auf graphische Darstellung konzentriert, sondern auch auf deren Veränderungen, die mit dem Mobilisierungsprozess verbunden sind. Zum Beispiel erklärt sie (ebd.: 508ff., nach Ivins 1953) das rätselhafte Phänomen eines Zeitabstandes zwischen der Einführung der Druckerpresse und der exakter realistischer Bilder. Zuerst wird die Presse nur zur Reproduktion von Herbarien, anatomischen Stichen, Karten und Kosmologien verwendet, die Jahrhunderte alt sind und die viel später als ungenau gelten werden. Wenn wir nur auf die semiotische Ebene schauen würden, wäre dieses Phänomen rätselhaft; wenn wir aber einmal die tiefere Struktur betrachten, ist es leicht zu erklären. Zuerst erfolgt die Verlagerung vieler unveränderbar mobiler Elemente; die alten Texte werden überall verbreitet und können billiger an einem Ort gesammelt werden. Aber dann wird der Widerspruch in ihnen schließlich auf wortwörtliche Weise *sichtbar*. Die vielen Orte, an denen diese Texte synoptisch gesammelt sind, bieten viele Gegenbeispiele (verschiedene Blumen, verschiedene Organe mit anderen Namen, verschiedene Formen der Küstenlinie, unterschiedliche Kurse verschiedener Währungen, verschiedene Gesetze). Diese Gegenbeispiele können den alten Texten hinzugefügt und in der gleichen Weise ohne Modifikation an allen Orten verbreitet werden, an denen dieser Prozess des Vergleichs wieder aufgenommen werden kann. In anderen Worten werden Fehler genau reproduziert und ohne Veränderung verbreitet. Korrekturen werden jedoch auch schnell, billig und ohne weitere Veränderungen reproduziert. Am Ende *verschiebt sich* also die Genauigkeit vom *Medium zur Botschaft*, vom gedruckten Buch zum Kontext, mit dem es eine Hin- und Rückverbindung eingeht. Ein neues Interesse an der »Wahrheit« kommt nicht von einer neuen Sichtweise, sondern von derselben alten, die sich selbst auf neue

sichtbare Objekte anwendet, die Raum und Zeit unterschiedlich mobilisieren.<sup>7</sup>

Die Konsequenz von Eisensteins Argumentation besteht darin, dass mentalistische Erklärungen in die Geschichte unveränderlich mobiler Elemente transformiert werden. Wiederholt zeigt sie, dass vor dem Auftreten des Buchdrucks alle nur denkbaren intellektuellen Leistungen erbracht worden sind: organisierter Skeptizismus, wissenschaftliche Methode, Widerlegung, Datensammeln, Theoriebildung. Alles ist ausprobiert worden, in allen Disziplinen: Geographie, Kosmologie, Medizin, Bewegungslehre, Politik, Ökonomie usw. Aber jede Leistung blieb lokal und temporär, da es keine Möglichkeit gab, ihre Ergebnisse anderswohin zu bewegen und die anderer einzubringen, ohne neue Verfälschungen oder Fehler einzuführen. Zum Beispiel war jede sorgfältig verbesserte Version eines alten Autors nach ein paar Kopien wieder verfälscht. Keine irreversiblen Gewinne konnten erzielt werden; deshalb war auch keine groß angelegte langfristige Kapitalisierung möglich. Die Druckerpresse fügt aber nicht dem Denken, der wissenschaftlichen Methode oder dem Gehirn etwas hinzu. Sie konserviert und verbreitet alles – gleichgültig, wie falsch, seltsam oder wild es ist. Sie macht alles mobil, aber diese Mobilität wird nicht von Verfälschung entkräftet. Die neuen Wissenschaftler, die neuen Kleriker, die neuen Händler, die neuen Prinzen, die Eisenstein beschreibt, unterscheiden sich nicht von den alten, aber sie schauen sich nun neues Material an, das zahlreiche Orte und Zeiten verfolgt. Gleichgültig, wie ungenau diese Spuren auf den ersten Blick sein mögen, sie gewinnen alle an Genauigkeit als Konsequenz von mehr Mobilisierung und mehr Unveränderbarkeit. Ein Mechanismus, der irreversibel Genauigkeit einfängt, wurde erfunden. Der Buchdruck spielt dieselbe Rolle wie Maxwells Dämon. Keine neue Theorie, Weltsicht oder neuer Geist sind notwendig, um den Kapitalismus, die Reformation und die Wissenschaft zu erklären: Sie sind das Resultat eines ersten Schrittes in der langen Geschichte unveränderlich mobiler Elemente.

Indem sie Ivins Argumentation aufnehmen, konzentrieren sich sowohl Mukerji (1983) als auch Eisenstein wieder auf das *illustrierte* Buch. Für diese Autoren war McLuhans Revolution bereits geschehen, sobald Bilder gedruckt wurden. Ingenieurwesen, Botanik, Architektur, Mathematik – keine dieser Wissenschaften kann das, worüber sie sprechen, nur durch

7 | Der Beweis, dass die Bewegung zuerst kommt, liegt für Eisenstein in der Tatsache, dass sie den gegensätzlichen Effekt auf die heiligen Schriften mit sich bringt. Die Genauigkeit des Mediums enthüllt mehr und mehr die Ungenauigkeit in der Botschaft, die bald gefährdet ist. Die Schönheit von Eisensteins Konstruktion liegt in der Art, in der sie zwei gegensätzliche Konsequenzen aus derselben Ursache erhält: Wissenschaft und Technik beschleunigen sich; das Evangelium wird zweifelhaft (Latour 1983).

Texte allein beschreiben; sie müssen die Dinge zeigen. Dieses Zeigen, das zur Überzeugung so wesentlich ist, war vor der Erfindung »eingravierter Bilder« vollkommen unmöglich. Ein Text konnte nur mit einigen Verfälschungen kopiert werden, nicht jedoch ein Diagramm, ein anatomischer Stich oder eine Karte. Der Effekt auf die Konstruktion von Fakten ist beträchtlich, wenn ein Schreiber in der Lage ist, einen Leser mit einem Text, der eine große Anzahl von den Dingen, über die er spricht, an einem Ort präsentiert, zu versorgen. Wenn man annimmt, dass alle Leser und alle Schreiber dasselbe tun, wird ohne zusätzliche Ursache eine neue Welt aus der alten hervortreten. Wieso? Einfach weil der Kritisierte dasselbe tun muss wie sein Kritiker. Um sozusagen die »Kritik zu erwidern«, wird er ein anderes Buch schreiben, es drucken lassen und mit Kupferplatten die Gegendarstellungen, die er ins Feld führen möchte, mobilisieren müssen. Die Kosten des Widersprechens werden ansteigen.<sup>8</sup>

Positive Rückmeldungen entstehen, sobald man in der Lage ist, eine große Zahl an mobilen, lesbaren, sichtbaren Ressourcen an einem Ort zusammenzubringen, um einen Punkt zu stützen. Nach Tycho Brahe (Eisenstein 1979) muss der Gegner entweder aufgeben und das, was Kosmologen sagen, als Tatsache akzeptieren, oder Gegenbeweise produzieren, indem er seinen Prinz dazu überredet, eine vergleichbare Geldsumme in Observatorien zu investieren. In diesem Punkt ist der »Wetlauf um Beweise« dem Rüstungswetlauf sehr ähnlich, weil der Feedbackmechanismus derselbe ist. Wenn einmal ein Konkurrent damit beginnt, harte Fakten aufzubauen, müssen die anderen dasselbe tun oder nachgeben.

Diese leichte Umformung von Eisensteins Argumentation in Begriffe unveränderlich mobiler Elemente erlaubt uns, eine Schwierigkeit in ihrer Argumentation zu überwinden. Obwohl sie die Wichtigkeit von Herausgeberstrategien betont, gibt sie keine Erklärung über technische Innovationen selbst. Die Druckerpresse platzt in ihre Darstellung hinein wie die exogenen Faktoren vieler Historiker, wenn sie über technische Innovationen sprechen. Sie richtet das Hauptaugenmerk ausgezeichnet auf den semiotischen Aspekt des Druckes und die Mobilisierung, die er erlaubt; die technischen Notwendigkeiten, um die Presse zu erfinden, sind jedoch alles andere als offensichtlich. Wenn wir die agonistische Situation betrachten, die ich als Referenzpunkt verwende, wird die Notwendigkeit, die so etwas wie die Druckerpresse begünstigt, klarer. *Alles*, was die Mobilität der Spu-

8 | Z.B. portraitiert Mukerji einen Geographen, der die neuen Geographiebücher hasst, seinem Hass jedoch in gedruckter Form Luft verschaffen muss. »Ironischerweise machte Davis seine Reise, weil er nicht darauf vertraute, dass gedruckte Information so komplett wie ein mündlicher Erfahrungsbericht ist; er beschloss jedoch, die Reise zu machen, nachdem er holländische Geographiebücher gelesen und aus seiner Reise einen anderen geographischen bzw. Navigationstext verfasst hatte.« (Mukerji 1983: 114)

ren, die eine Örtlichkeit über einen anderen Ort erhält, beschleunigt, oder *alles*, was diesen Spuren gestattet, sich ohne Transformation von einem Ort zu einem anderen zu bewegen, wird favorisiert: Geometrie, Projektion, Perspektive, Buchhaltung, Papierherstellung, *Aqua Forte*, Münzprägung, neue Schiffe (Law 1986). Das Privileg der Druckerpresse kommt von ihrer Fähigkeit, vielen Innovationen dazu zu verhelfen, auf einmal zu agieren, aber sie selbst ist nur eine Innovation unter den vielen, die helfen, die einfachste aller Fragen zu beantworten: Wie ist Dominanz in großem Maßstab möglich? Diese Umformulierung ist nützlich, da sie uns zu sehen hilft, dass derselbe Mechanismus, dessen Wirkungen von Eisenstein beschrieben wurden, *heute noch funktioniert* – in einem stets zunehmenden Ausmaß an den Grenzen von Wissenschaft und Technik. Ein paar Tage in einem Labor enthüllen, dass dieselben Kräfte, die die Druckerpresse so notwendig machten, noch immer agieren, um neue Datenbanken, Raumteleskope, Chromatographien, Gleichungen, Scanner, Fragebögen usw. zu produzieren. Der Geist wird noch immer domestiziert.

## Über Inskriptionen

Was ist so wichtig an den Bildern und Inskriptionen, die Wissenschaftler und Ingenieure geschäftig gewinnen, zeichnen, inspizieren, berechnen und diskutieren? Zuerst ist es der einzigartige Vorteil, den sie in rhetorischen oder polemischen Situationen verschaffen. »Sie zweifeln an dem, was ich sage? Ich werde es Ihnen zeigen.« Und ohne mich mehr als ein paar Zentimeter zu bewegen, entfalte ich vor Ihren Augen Ziffern, Diagramme, Stiche, Texte, Umrisse und zeige hier und jetzt Dinge, die weit entfernt sind und mit denen nun eine Art von Hin- und Rückverbindung hergestellt worden ist. Ich glaube nicht, dass man die Wichtigkeit dieses simplen Mechanismus überbewerten kann. Eisenstein hat das für die Vergangenheit der Wissenschaft bewiesen, aber die Ethnographie von gegenwärtigen Laboratorien zeigt denselben Mechanismus (Lynch 1985a, 1985b; Star 1983; Law 1985). Wir sind so an diese Welt von Formen und Bildern gewöhnt, dass wir kaum denken können, wie es ist, etwas ohne Index, Bibliographien, Wörterbücher, Papiere mit Referenzen, Tabellen, Spalten, Photographien, Peaks, Punkte und Bänder zu wissen.<sup>9</sup>

Eine einfache Art, die Wichtigkeit von Inskriptionen zu verdeutlichen,

<sup>9</sup> | Aus diesem Grund schließe ich in die Diskussion die große Literatur über die Neurologie des Sehens oder über die Psychologie der Wahrnehmung nicht ein (vgl. z.B. Block 1981; de Mey 1982). Diese Disziplinen, wie wichtig sie auch sein mögen, verwenden den gleichen Prozess, den ich erforschen möchte, so ausgiebig, dass sie gegenüber einer Ethnographie der Kunstfertigkeit und den Tricks der Visualisierung so blind wie die anderen sind.

besteht darin, darüber nachzudenken, wie wenig wir zu überzeugen in der Lage sind, wenn man uns die graphische Darstellung nimmt, durch die Mobilität und Unveränderbarkeit erhöht werden. Wie Dagognet in zwei ausgezeichneten Büchern gezeigt hat (1969, 1973), existiert keine wissenschaftliche Disziplin, ohne zuerst einmal eine visuelle und geschriebene Sprache zu erfinden, die es ihr erlaubt, mit ihrer verwirrenden Vergangenheit zu brechen. Die Manipulation von Substanzen in Galipot und Alambik wird erst zur Chemie, wenn alle Substanzen in einer homogenen Sprache aufgeschrieben werden können, in der alles dem Auge simultan präsentiert wird. Das Aufschreiben von Wörtern innerhalb einer Klassifizierung ist nicht genug. Chemie wird erst dann mächtig, wenn ein visuelles Vokabular erfunden wird, das die Manipulationen durch Kalkulationen von Formeln ersetzt. Chemische Strukturen können auf dem Papier gezeichnet, komponiert, auseinander gebrochen werden, wie Musik oder Arithmetik, den ganzen Weg bis zu Mendeleievs Tabelle:

»Für die, die die periodische Tabelle zu betrachten und zu lesen wissen, entfalten sich die Eigenschaften der Elemente und die ihrer zahlreichen Kombinationen vollständig und direkt aus ihren Positionen in der Tabelle.« (Dagognet 1969: 213)

Nachdem er die vielen Innovationen in chemischen Schriften und Zeichnungen analysiert hat, fügt er diesen kleinen Satz hinzu, der Goodys Sicht sehr nahe kommt:

»Es mag so scheinen, als ob wir triviale Details betrachten – eine leichte Modifikation in der Ebene, die zur Beschreibung eines Chlorins verwendet wird –, diese kleinen Details lösen jedoch paradoxerweise die Kräfte der modernen Welt aus.« (Ebd.: 199)

In seiner bekannten Studie über klinische Medizin hat Foucault dieselbe Transformation von kleinformatiger Praxis zu einer Manipulation von Aufzeichnungen im großen Umfang (1963) gezeigt. Dasselbe medizinische Denken wird vollkommen unterschiedliches Wissen erzeugen, wenn man es auf Bäuche, Fieber, Hälse und Häute einiger weniger aufeinander folgender Patienten oder aber auf die gut geführten Berichte von Hunderten von beschriebenen Bäuchen, Fiebern, Hälsen und Häuten anwendet, die alle in derselben Weise kodiert und synoptisch präsent sind. Medizin wird nicht im Denken oder im Auge des Praktizierenden wissenschaftlich, sondern in der Anwendung alter Augen und alten Denkens auf neue Informationsblätter innerhalb neuer Institutionen, dem Krankenhaus. In »Überwachen und Strafen« (1976) kommt Foucaults diesbezügliche Darstellung der Forschung über Inskriptionen am nächsten. Das Hauptanliegen des Buches ist es, die Verschiebung von einer Macht, die von unsichtbaren Betrachtern gesehen wird, hin zu einer neuen unsichtbaren Macht,

die alles über jeden sieht, zu illustrieren. Der Hauptvorteil von Foucaults Analyse liegt darin, sich nicht nur auf Akten, Buchhaltungsbücher, Zeitpläne und Drill zu konzentrieren, sondern auch auf die Art von Institutionen, in denen diese Inskriptionen aufhören, so bedeutend zu sein.<sup>10</sup> Die hauptsächliche Innovation ist die eines »Panoptikums«, das der Kriminalstrafkunde, der Pädagogik, der Psychiatrie und der klinischen Medizin gestattet, als ausgewachsene Wissenschaften aus ihren sorgfältig geführten Akten hervorzutreten. Das Panoptikum ist eine andere Art, die »optische Konsistenz«, die für Macht im großen Maßstab notwendig ist, zu erhalten.

In einem berühmten Satz sagt Kant, dass wir der Vernunft einen Dienst leisten, wenn wir erfolgreich den Pfad entdecken, auf dem sie sich sicher bewegen kann. Der »sichere Pfad einer Wissenschaft« jedoch liegt zwangsläufig in der Konstruktion gut geführter Akten in Institutionen, die eine größere Anzahl von Ressourcen in einem größeren Maßstab mobilisieren wollen.

»Optische Konsistenz« wird – wie Rudwick gezeigt hat (1976) – in der Geologie erreicht, indem man eine neue visuelle Sprache erfindet. Ohne sie bleiben die Erdschichten versteckt, und gleichgültig, wie viele Reisende und Grabende sich dort auch bewegen, gibt es doch keine Möglichkeit, ihre Reisen, Visionen und Ansprüche zusammenzufassen. Die Kopernikanische Wende, die Kant sehr am Herzen lag, ist eine idealistische Darstellung eines sehr einfachen Mechanismus: Wenn wir nicht zur Erde gehen können, lass die Erde zu uns kommen, oder genauer, lass uns alle zu vielen Plätzen auf der Erde gehen und mit denselben, aber unterschiedlichen homogenen Bildern, die gesammelt, verglichen, überlagert und an ein paar Orten neu gezeichnet werden können, zusammen mit den sorgfältig etikettierten Proben von Gestein und Fossilien zurückkehren.

In einem anregenden Buch hat Fourquet (1980) dasselbe Sammeln von Inskriptionen durch die INSEE, die französische Institution, die die meisten ökonomischen Statistiken bereitstellt, illustriert. Es ist natürlich unmöglich, über die Ökonomie einer Nation zu sprechen, indem man »sie« sich anschaut. Dieses »sie« ist schlicht unsichtbar, solange nicht Kohorten von Forschenden und Inspektoren lange Fragebögen ausgefüllt haben, solange nicht die Antworten in Karten gestanzt, von Computern verarbeitet und in einem gigantischen Laboratorium analysiert worden sind. Erst am Ende kann die Wirtschaft in Stapeln von Karten und Listen sichtbar gemacht werden. Sogar das ist noch zu verwirrend, sodass neues Zeichnen und Extrahieren notwendig wird, um eine paar ordentliche Diagramme zu erstellen, die das Bruttosozialprodukt oder die Zahlungsbilanz zeigen. Das

10 | »Als wesentliches Element in den Räderwerken der Disziplin konstituiert sich eine ›Schriftmacht‹, die sich zwar in vielen Punkten an die traditionellen Methoden der administrativen Dokumentation anlehnt, aber doch auch bedeutende Änderungen und Neuerungen einführt.« (Foucault 1976: 244)

auf diese Weise erhaltene Panoptikum hat in der Struktur Ähnlichkeit mit einem riesenhaften wissenschaftlichen Instrument, das die unsichtbare Welt des Austausches in »die Wirtschaft« transformiert. Deshalb habe ich anfangs die materialistische Erklärung zurückgewiesen, die »Infrastruktur«, »Märkte« oder »Verbraucherbedürfnisse« verwendet, um Wissenschaft oder Technik darzustellen. Die visuelle Konstruktion von etwas wie einem »Markt« oder einer »Ökonomie« ist das, was einer Erklärung bedarf, und dieses Endprodukt kann nicht verwendet werden, um Wissenschaft zu erklären.

In einem anderen anregenden Buch versucht Fabian, die Anthropologie zu erklären, indem er ihre Visualisierungskompetenz betrachtet (1983). Der Hauptunterschied zwischen uns und den Wilden, so argumentiert er, liegt nicht in der Kultur, im Geist, sondern in der Art, wie wir sie visualisieren. Es wird eine Asymmetrie geschaffen, weil wir einen Raum und eine Zeit kreieren, in die wir andere Kulturen platzieren, sie aber machen nicht dasselbe. Wir erfassen beispielsweise ihr Land auf Karten, sie aber haben weder Karten ihres noch unseres Landes; wir erfassen ihre Vergangenheit, sie nicht; wir schaffen schriftliche Kalender, sie nicht. Fabians Argumentation, die sowohl mit Goodys als auch mit Bourdieus Kritik der Ethnographie (1972) verbunden ist, lautet, dass, wenn diese erste Gewaltanwendung einmal verübt worden ist, wir diese Wilden nicht mehr verstehen können, ganz gleich, was wir tun. Fabian jedoch betrachtet diese Mobilisierung aller Wilden in einigen Ländern durch Sammlung, Karten- und Listenerstellung, Archive, Linguistik usw. als etwas Bösartiges. In aller Offenheit wünscht er, einen anderen Weg zu finden, um die Wilden zu »kennen«. »Kennen« jedoch bedeutet keine desinteressierte kognitive Aktivität; härtere Fakten über die anderen Kulturen sind in unseren Gesellschaften produziert worden, in genau derselben Weise wie andere Fakten über Ballistik, Taxonomie oder Chirurgie. Ein Ort sammelt alle anderen und präsentiert sie dem Kritiker auf synoptische Weise, um das Ergebnis einer agonistischen Kontroverse zu modifizieren. Um eine große Anzahl von Konkurrenten und Landsleuten von ihren üblichen Wegen abzubringen, mussten viele Ethnographen sowohl weiter und länger von ihren üblichen Wegen abgehen als auch zurückkommen. Die Beschränkungen, die auferlegt werden, Menschen zum Weggehen und zur Wiederkehr zu überzeugen, sind so, dass dies nur erreicht werden kann, wenn alles über das Leben der Wilden in unveränderlich mobile Elemente transformiert wird, die einfach lesbar und präsentierbar sind. Trotz seines Wunsches kann es Fabian nicht besser machen. Entweder muss er das »Kennen« oder die Produktion harter Fakten aufgeben (Latour 1987).

Es gibt hinsichtlich der Besessenheit von graphischer Darstellung keinen messbaren Unterschied zwischen Natur- und Sozialwissenschaften. Wenn Wissenschaftler die Natur, die Wirtschaft, die Sterne oder die Organe betrachteten, würden sie nichts sehen. Dieser »Beweis« wird als klassi-

sche Widerlegung naiver Versionen des Empirizismus verwendet (Arnheim 1969). Wissenschaftler beginnen damit, etwas zu sehen, wenn sie einmal damit aufhören, die Natur anzuschauen und stattdessen ausschließlich und obsessiv auf Ausdrücke und flache Inskriptionen schauen.<sup>11</sup> Was in den Debatten über Wahrnehmung immer vergessen wird, ist diese einfache Verlagerung von einer Betrachtung verwirrender dreidimensionaler Objekte zu einer Inspektion zweidimensionaler Bilder, die *weniger verwirrend gemacht worden sind*. Wie alle Laborbeobachter war Lynch verblüfft von der außergewöhnlichen Besessenheit der Wissenschaftler von Papieren, Ausdrucken, Diagrammen, Archiven, Zusammenfassungen und Kurven auf Millimeterpapier. Gleichgültig, worüber sie sprechen, beginnen sie das Gespräch mit einem gewissen Grad an Zuversicht und Glauben, den ihnen ihre Kollegen entgegenbringen, wenn sie nur einmal auf einfache, geometrisierte, zweidimensionale Formen deuten. Die »Objekte« sind entfernt oder oft in den Labors nicht anwesend. Blutende und schreiende Ratten werden schnell entsorgt; was aus ihnen extrahiert wird, ist ein hübscher Satz von Ziffern. Diese Extraktion – wie die paar Längen- und Breitengrade, die La Pérouse von den Chinesen extrahierte – ist *alles, was zählt*. Man kann nichts über die Ratten sagen, aber eine ganze Menge über die Ziffern (Latour/Woolgar 1979). Knorr (1981) und Star (1983) haben ebenfalls die Vereinfachungsprozeduren, die am Werk sind, gezeigt, als seien die Bilder niemals einfach genug, um eine Kontroverse schnell beizulegen. Jedes Mal, wenn es einen Disput gibt, werden große Anstrengungen unternommen, um ein neues Instrument zur Visualisierung zu finden (oder manchmal sogar zu erfinden), das das Bild verstärkt, das Lesen beschleunigt und, wie Lynch gezeigt hat, sich mit den visuellen Charakteristika der Dinge, die sich zu Diagrammen auf Papier fügen (Küstenlinien, Sterne, die wie Punkte sind, schön gruppierte Zellen usw.), konspirativ zusammennähert.

Wiederum sollte der präzise Fokus sorgfältig gewählt werden, weil es nicht die Inskription selbst ist, die die Last tragen sollte, die Macht der Wissenschaft zu erklären; es ist die Inskription *als präziser Abschluss und letzte Stufe* eines ganzen Mobilisierungsprozesses, die die Größenordnung der Rhetorik modifiziert. Ohne die Verlagerung ist die Inskription wertlos; ohne die Inskription ist die Verlagerung umsonst. Deshalb ist Mobilisierung nicht auf das Papier beschränkt, sondern Papier erscheint immer am Ende, wenn die Größenordnung dieser Mobilisierung vergrößert werden

11 | Diese einfachen Verschiebungen werden oft von Philosophen in vollkommenen Trennungen vom gesunden Menschenverstand transformiert – etwa bei Bachelard in »coupures épistémologiques«. Es ist nicht aufgrund der Naivität der Empiriker, dass man auf die Macht der Theorien zurückgreifen muss, um Daten einen Sinn zu geben. Der Fokus auf Inskriptionen und Manipulationen von Spuren liegt genau in der Mitte zwischen Empirie und Bachelards Argumentation über die Macht von Theorien.

soll. Sammlungen von Gestein, ausgestopfte Tiere, Proben, Fossilien, Artefakte, Genbanken sind die ersten, die bewegt werden (Star/Griesemer 1989). Was zählt, ist das Aufstellen und Aufbieten von Ressourcen (Biographien von Naturalisten, z.B. übervoll mit Anekdoten über Kisten, Archive und Musterexemplare), aber diese Aufstellung ist niemals einfach genug. Sammlungen sind wesentlich, jedoch nur, solange die Archive gut sortiert und die Etiketten an Ort und Stelle sind und die Musterexemplare nicht verderben. Sogar das ist nicht genug, da eine Museumssammlung noch zu viel zur Bewältigung für einen »Geist« ist. Also wird die Sammlung gezeichnet, niedergeschrieben, aufgezeichnet – und dieser Prozess wird sich so lange abspielen, bis nicht besser kombinierbare geometrische Formen von den Mustern abgeleitet worden sind (wobei der Prozess, durch den die Musterexemplare aus ihrem Kontext extrahiert werden, noch andauert).

Das Phänomen, das wir hier behandeln, ist also *nicht* die Inskription per se, sondern die *Kaskade* immer simplifizierterer Inskriptionen, die die Produktion harter Fakten zu größeren Kosten ermöglicht. Beispielsweise erfolgt die Beschreibung menschlicher Fossilien, die gewöhnlich anhand von Zeichnungen vorgenommen wurde, heute durch Überlagerung einer Anzahl von mechanischen Diagrammen auf die Zeichnungen. Obwohl die Photographien des Himmels säuberliche kleine Flecken produzieren, sind sie immer noch viel zu reichhaltig und verwirrend für das menschliche Auge; deshalb wurden ein Computer- und Laserauge erfunden, um die Photographien zu lesen, sodass der Astronom weder in den Himmel (zu kostspielig) noch auf Photographien schaut (zu verwirrend). Die gesamte Taxonomie der Pflanzen ist in einer berühmten Reihe von Büchern in Kew Garden enthalten, aber die Manipulation dieses Buches ist so schwierig wie die alter Manuskripte, da es nur an einem Ort existiert; ein anderer Computer hat nun die Instruktion erhalten, zu versuchen, die verschiedenen Drucke dieses Buches zu lesen und so viele Kopien des taxonomischen Inventars wie möglich zu erstellen.

Pinch (1985) zeigt einen schönen Fall von Akkumulation solcher Spuren, wobei jede Schicht erst auf die vorherige aufgelegt wird, wenn die Sicherheit über ihre Bedeutung stabilisiert ist. »Sehen« die Astrophysiker die Neutrinos der Sonne oder irgendwelche der vermittelnden »Schleier«, »Spitzen« und »Flecken«, die durch Akkumulation das sichtbare Phänomen bilden? Wieder können wir feststellen, dass die von Eisenstein für die Druckerpresse erforschten Mechanismen auch heute noch an jeder Wissenschaftsfront gegenwärtig sind. Die Ethologie der Paviane z.B. war gewöhnlicherweise ein Prosatext, in dem der Erzähler über Tiere sprach; der Erzähler musste in den Text einschließen, was er oder sie zuerst als Bilder und dann als statistische Darstellung der Ereignisse gesehen hätte. Jedoch: Mit zunehmender Konkurrenz um die Konstruktion härterer Fakten beinhalten die Artikel jetzt mehr und mehr Schichten graphischer

Darstellungen, und die von Tabellen, Diagrammen und Gleichungen zusammengefasste Kaskade von Spalten entfaltet sich noch. In der Molekularbiologie wurde Chromatographie vor ein paar Jahren als Bänder verschiedener Graustufen gelesen; die Interpretation dieser Stufen wird nun von einem Computer vorgenommen – und direkt aus dem Computer erhält man schließlich einen Text: »ATGCGTTCGC«. Obwohl mehr empirische Studien in vielen verschiedenen Feldern gemacht werden sollten, scheint ein Trend in diesen Kaskaden zu liegen. Sie bewegen sich immer in Richtung eines stärkeren Verschmelzens von Ziffern, Zahlen und Buchstaben, was durch ihre homogene Behandlung als binäre Einheiten in und durch Computer extrem erleichtert wird.

Dieser Trend zu immer einfacheren Inskriptionen, die immer größere Mengen von Ereignissen an einem Ort mobilisieren, kann nicht verstanden werden, wenn man ihn von dem agonistischen Modell trennt, das wir als unseren Referenzpunkt verwenden. Es ist so notwendig wie der Wettlauf, Gräben an der Front von 1914 zu graben. Derjenige, der schlecht visualisiert, verliert den Kampf; seine Fakten halten nicht stand. Knorr hat dieses Argument kritisiert, indem sie den ethnomethodologischen Standpunkt eingenommen hat (1981). Sie argumentiert zu Recht, dass ein Bild oder Diagramm niemanden überzeugen kann, sowohl, weil immer viele Interpretationen möglich sind, als auch und vor allem, weil ein Diagramm einen Zweifler nicht dazu zwingt, es anzusehen. Sie erachtet das Interesse an Inskriptionsmitteln als eine Übertreibung der Macht der Semiotik (und noch dazu als eine französische). Eine solche Position verfehlt jedoch den Punkt meiner Argumentation. Genau weil der Abtrünnige immer entkommen und eine andere Interpretation ausprobieren kann, wird ihm von den Wissenschaftlern so viel Energie und Zeit gewidmet, um ihn *in die Ecke zu treiben* und ihn mit immer dramatischeren visuellen Effekten zu umgeben. Obwohl *im Prinzip* jede Interpretation jedem Text und jedem Bild entgegengestellt werden kann, ist das *in der Praxis* bei Weitem nicht der Fall; die Kosten des Widerspruchs steigen mit jeder neuen Sammlung, mit jeder neuen Etikettierung, jeder Neuzeichnung. Das trifft besonders zu, wenn die Phänomene, die wir glauben sollen, mit bloßem Auge nicht sichtbar sind; Quasare, Chromosome, Hirnpeptide, Leptone, Bruttosozialprodukte, Klassen und Küstenlinien werden niemals anders als durch das »bewehrte« Auge der Inskriptionsmittel gesehen. Folglich können eine *weitere* Inskription, ein weiterer Kniff, um den Kontrast zu erhöhen, eine einfache Vorrichtung, um den Hintergrund zu vermindern oder eine weitere Kolorierungsprozedur *genügen*, wobei alle anderen Dinge gleich bleiben, um *die Machtbalance umschwingen zu lassen* und eine unglaubwürdige Aussage in eine glaubwürdige zu verwandeln, die dann ohne weitere Modifikation weitergegeben wird. Die Wichtigkeit dieser Kaskade von Inskriptionen mag ignoriert werden, wenn man Ereignisse des täglichen

Lebens erforscht, aber sie kann bei der Analyse von Wissenschaft und Technik nicht hoch genug geschätzt werden.

Genauer gesagt ist es möglich, die Inskription überzubewerten, nicht jedoch das Setting, in dem die Kaskade von immer mehr geschriebenen und nummerierten Inskriptionen produziert wird. Womit wir wirklich umgehen, ist das *Staging* einer Szenographie, in der die Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Satz dramatisierter Inskriptionen konzentriert wird. Das Setting wirkt wie eine gewaltige optische Vorrichtung, die ein neues Labor, eine neue Art von Sehen und ein neues Phänomen erschafft. Ich zeigte ein solches Setting, das ich als »Pasteurs Theater der Beweise« (Latour 1988a) erzählte. Pasteur arbeitet genauso viel auf der Bühne wie in der Szenerie und der Handlung. Was am Ende zählt, ist eine einfache visuelle Wahrnehmung: tote ungeimpfte Schafe gegen lebende geimpfte Schafe. Je früher wir in die Geschichte der Wissenschaft zurückgehen, je mehr Aufmerksamkeit wird dem Setting gezollt und je weniger den Inskriptionen selbst. In seinem faszinierenden Bericht seines Vakuumpumpen-Experiments – beschrieben von Shapin (1984) – musste Boyle z.B. nicht nur das Phänomen erfinden, sondern auch das Instrument, um es sichtbar zu machen und die Anordnung, in der das Instrument aufgestellt wurde, die geschriebenen und gedruckten Berichte, durch die der stille Leser »über« das Experiment lesen konnte, die Art von Zeugen, die auf der Bühne zugelassen wurden, und sogar die Arten von Kommentaren, die die potentiellen Zeugen äußern durften. »Das Vakuum zu sehen« war nur möglich, nachdem alle diese Zeugen diszipliniert worden waren.

Das Staging solcher »optischer Mittel« ist das von Eisenstein beschriebene: Einige Personen im selben Raum sprechen miteinander und verweisen auf zweidimensionale Bilder; diese Bilder sind alles, was man von den Dingen, über die sie sprechen, sehen kann. Nur weil wir an ein solches Staging gewöhnt sind und es wie frische Luft atmen, heißt das nicht, dass wir nicht all die kleinen Innovationen beschreiben sollten, die es zum kraftvollsten Instrument machen, um Macht zu gewinnen. Tycho Brahe in Oranienburg hatte zum ersten Mal in der Geschichte alle Vorhersagen – wörtlich alle »Vorher-Sehungen« – der Planetenbewegungen – am *selben* Ort, geschrieben in *derselben* Sprache oder *demselben* Code, kann auch er *seine* eigenen Beobachtungen lesen. Das ist mehr als genug Begründung für Brahes neue »Einsichten«.

»Nicht weil er in den Nachthimmel statt in alte Bücher schaute, unterschied sich Tycho Brahe von den Sternbeobachtern der Vergangenheit. Ich glaube auch nicht, dass es deshalb war, weil er sich mehr als die Alexandriner oder die Araber für »sture Fakten« und präzise Messungen interessierte. Aber ihm standen wie nur wenigen vor ihm zwei getrennte Reihen von Berechnungen zur Verfügung, die auf zwei verschiedenen Theorien basierten, die im Abstand von einigen Jahrhunderten

zusammengetragen worden waren und die er miteinander vergleichen konnte.«  
(Eisenstein 1979: 624)

Historiker sagen, dass er der erste war, der die Planetenbewegung mit einem von den Vorurteilen des dunklen Zeitalters befreiten Geist sah. Nein, sagt Eisenstein, er ist der erste, der *nicht* in den Himmel schaute, sondern simultan auf alle vorhergehenden Vorhersagen und seine eigene, die zusammen in derselben Form niedergeschrieben worden waren.

»Der dänische Beobachter war nicht nur der letzte der großen Beobachter mit bloßem Auge; er war auch der erste sorgfältige Beobachter, der die neuen Mächte der Druckerpresse vollkommen ausnutzen konnte – Mächte, die Astronomen dazu befähigten, Anomalien in den alten Aufzeichnungen aufzuspüren, die Position jedes Sterns präziser festzulegen und in Katalogen zu registrieren, Mitarbeiter in vielen Regionen aufzulisten, jede neue Beobachtung in permanenter Form festzuhalten und notwendige Korrekturen in nachfolgenden Ausgaben vorzunehmen.«  
(Ebd.: 625)

Die Diskrepanzen mehrten sich, nicht indem man in den Himmel schaute, sondern indem man sorgfältig Spalten von Winkeln und Azimut übereinander lagerte. Kein Widerspruch, keine gegenteiligen Vorhersagen hätten jemals sichtbar sein können. Widerspruch ist, wie Goody sagt, weder eine Eigenschaft des Geistes noch der wissenschaftlichen Methode, sondern eine Fähigkeit, Buchstaben und Zeichen innerhalb neuer Settings zu lesen, die die Aufmerksamkeit allein auf die Inskriptionen fokussieren.

Derselbe Mechanismus ist in Roger Guillemins Vision des Endorphins, eines Gehirnpeptides, sichtbar – um ein Beispiel aus einer anderen Zeit und von einem anderen Ort heranzuziehen. Das Gehirn ist so obskur und ungeordnet wie der Renaissancehimmel. Sogar die vielen erstgradigen Purifikationen von Gehirnextrakten sind eine »Suppe« von Substanzen. Die ganze Forschungsstrategie ist es, klar lesbare Peaks aus einem wirren Hintergrund zu erhalten. Jede der Proben, die einen ordentlicheren Peak gewährt, wird wiederum gereinigt, bis es im kleinen Fenster des Hochdruckflüssigkeitschromatographen nur noch einen Peak gibt. Dann wird die Substanz in kleinsten Mengen in den Darm eines Meerschweinchens injiziert. Die Kontraktionen des Darms werden mittels elektronischer Hardware an einen Physiographen übermittelt. Woran kann man hier das Objekt »Endorphin« sehen? Die Überlagerung des ersten Peaks mit der Kurve des Physiographen beginnt ein Objekt zu produzieren, dessen Grenzen die im Labor produzierten visuellen Inskriptionen sind. Das Objekt ist nicht mehr oder weniger ein reales Objekt als jedes andere, da viele solcher visuellen Schichten produziert werden können. Sein Widerstand als reales Faktum hängt nur von der Anzahl solcher visuellen Schichten ab, die Guillemins Labor auf einmal an einem Ort vor dem Kritiker mobilisieren

kann. Für jeden »Einwand« gibt es eine Inskription, die den Dissens blockiert; bald ist der Zweifler gezwungen, das Spiel aufzugeben oder später mit anderem und besserem Anschauungsmaterial wiederzukommen. Durch die Mobilisierung von immer mehr treuen Verbündeten wird innerhalb der Wände des Laboratoriums langsam Objektivität errichtet.

### Inskriptionen kapitalisieren, um Verbündete zu mobilisieren

Können wir zusammenfassen, weshalb es für Brahe, Boyle, Pasteur oder Guillemin so wichtig ist, an zweidimensionalen Inskriptionen statt am Himmel, an der Luft, der Gesundheit oder dem Gehirn zu arbeiten? Was können sie mit dem Ersten machen, was sie nicht mit dem Zweiten tun können? Lassen Sie mich ein paar Vorteile der »Schreibarbeit« auflisten.

1. Inskriptionen sind *mobil*, worauf ich in La Pérouses Fall hingewiesen habe. Chinesen, Planeten, Mikroben – keines dieser Elemente kann sich bewegen; Landkarten, fotografische Stiche und Petrischalen jedoch können es.
2. Sie sind *unveränderlich*, wenn sie sich bewegen – oder zumindest wird alles getan, um dieses Ergebnis zu erhalten: Musterexemplare werden chloroformiert, Mikrobenkolonien in Gelatine eingelegt, sogar explodierende Sterne werden in jeder Phase ihrer Explosion auf Millimeterpapier aufgezeichnet.
3. Sie werden *flach* gemacht. Es gibt nichts, was so einfach zu *dominieren* ist wie eine flache Oberfläche auf ein paar Quadratmetern; nichts ist versteckt oder gewunden, keine Schatten, kein »double entendre«. Wenn sowohl in der Politik als auch in der Wissenschaft von jemandem gesagt wird, er »meistere« eine Frage oder er »dominiere« einen Sachverhalt, sollte man normalerweise nach einer flachen Oberfläche suchen, die Beherrschung ermöglicht (eine Karte, eine Liste, eine Akte, ein Zensus, die Wand einer Galerie, ein Kartenindex, ein Repertoire), und man wird ihn finden.
4. Der *Maßstab* der Inskriptionen kann willentlich *modifiziert* werden, ohne irgendwelche Änderungen ihrer internen Proportionen. Beobachter bestehen niemals auf dieser einfachen Tatsache: Gleichgültig, welche (rekonstruierte) Größe die Phänomene haben, sie enden alle damit, nur mit derselben Durchschnittsgröße erforscht zu werden. Milliarden von Galaxien sind, wenn sie gezählt werden, niemals größer als nanometergroße Chromosomen; der internationale Handel ist niemals größer als Mesonen; Maßstabmodelle von Ölraffinerien haben am Ende dieselben Dimensionen wie Plastikmodelle von Atomen. Die Verwirrung beginnt wieder außerhalb von ein paar Quadratmetern. Diese

triviale Veränderung des Maßstabs erscheint harmlos genug, ist jedoch der Grund für den größten Teil der »Überlegenheit« von Wissenschaftlern und Ingenieuren: Niemand sonst befasst sich mit Phänomenen, die mit den Augen dominiert und mit den Händen gefasst werden können; gleichgültig, aus welcher Zeit und woher sie kommen oder was ihre ursprüngliche Größe ist.

5. Sie können reproduziert und mit geringen Kosten verbreitet werden, sodass alle Momente in der Zeit und alle Orte im Raum in einem anderen Raum und einer anderen Zeit gesammelt werden können. Dies ist »Eisensteins Effekt«.
6. Da diese Inskriptionen mobil, flach, reproduzierbar, still und von variierendem Maßstab sind, können sie neu gemischt und neu kombiniert werden. Das meiste, was wir Verbindungen im Geist zuschreiben, kann durch dieses erneute Mischen von Inskriptionen erklärt werden, die alle dieselbe »optische Konsistenz« haben. Dasselbe trifft auf das zu, was wir »Metapher« nennen (vgl. Latour/Woolgar 1979: Kap. 4; Goody 1977; Hughes 1979; Ong 1982).
7. Ein Aspekt dieser Neukombinationen ist die Möglichkeit, verschiedene Bilder von vollkommen unterschiedlichem Ursprung und Maßstab zu überlagern. Es scheint eine unmögliche Aufgabe zu sein, Geologie und Ökonomie zu verbinden. Die Überlagerung der geologischen Karte mit einem Ausdruck des Rohstoffmarktes an der New Yorker Börse erfordert gute Dokumentation und ein paar Zentimeter. Das Meiste, was wir »Struktur«, »Muster«, »Theorie« und »Abstraktion« nennen, sind Konsequenzen solcher Überlagerungen (Bertin 1973). »Denken ist Handarbeit«, sagt Heidegger; was aber in den Händen ist, sind Inskriptionen. Levi-Strauss' Theorien über die Wilden sind ein Artefakt der Kartenindexierung am College de France, genauso wie Rames Theorie für Ong ein Artefakt der in der Sorbonne gesammelten Drucke darstellt oder moderne Taxonomie ein Ergebnis der Buchhaltung ist, die unter anderem in Kew Gardens unternommen wird.
8. Einer der wichtigsten Vorteile ist jedoch, dass die Inskription (nach etwas Reinigung) zum Bestandteil eines geschriebenen Texts gemacht werden kann. An anderer Stelle habe ich ausführlich diese allgemeine Grundlage erörtert, auf der Inskriptionen, die von Instrumenten kommen, sich mit bereits veröffentlichten Texten und neuen, im Entwurf befindlichen Texten vereinen. Dieses Charakteristikum wissenschaftlicher Texte ist für die Vergangenheit von Ivins und Eisenstein demonstriert worden. Ein heutiges Labor kann immer noch als einzigartiger Ort definiert werden, an dem ein Text gemacht wird, um Dinge zu kommentieren, die alle noch präsent sind. Weil der Kommentar, frühere Texte (durch Zitate und Referenzen) und »Dinge« dieselbe optische Konsistenz und dieselbe semiotische Homogenität haben, wird durch das Schreiben und Lesen dieser Artikel ein außerordentlicher Grad an

Sicherheit erreicht (Latour/Bastide 1983; Lynch 1985a; Law 1983). Der Text ist nicht einfach »illustriert«, sondern er trägt alles, was es zu sehen gibt, in sich. Durch das Labor haben der Text und das Spektakel der Welt am Ende denselben Charakter.

9. Der letzte Vorteil ist jedoch der größte. Der zweidimensionale Charakter von Inskriptionen erlaubt ihnen, mit der Geometrie zu verschmelzen. Wie wir bei der Perspektive gesehen haben, kann zwischen Raum auf Papier und dreidimensionalem Raum eine Kontinuität hergestellt werden. Das Ergebnis ist, dass wir auf dem Papier mit Linealen und Zahlen arbeiten können, aber noch immer dreidimensionale Objekte »dort draußen« manipulieren (Ivins 1973). Besser noch: Aufgrund dieser optischen Konsistenz kann alles, gleichgültig, woher es kommt, in Diagramme und Zahlen umgewandelt werden; Kombinationen von Zahlen und Tafeln können verwendet werden, die noch einfacher zu handhaben sind als Wörter und Silhouetten (Dagognet 1973). Man kann die Sonne nicht messen, aber man kann eine Photographie der Sonne mit einem Lineal messen. Dann kann die abgelesene Anzahl an Zentimetern einfach verschiedene Maßstäbe durchlaufen und die Solarmasse völlig verschiedene Objekte liefern. Dies nenne ich in Ermangelung eines besseren Begriffes den *zweitgradigen* Vorteil von Inskriptionen oder den Mehrwert, der durch ihre Kapitalisierung erzielt wird.

Diese neun Vorteile sollten nicht voneinander isoliert werden und immer in Verbindung mit dem Mobilisierungsprozess betrachtet werden, den sie beschleunigen und zusammenfassen. Jede mögliche Innovation, die irgendeinen dieser Vorteile bietet, wird in anderen Worten von eifrigen Wissenschaftlern und Ingenieuren ausgewählt: neue Photographien; neue Farben, um mehr Zellkulturen einzufärben; neues reaktives Papier; ein empfindlicherer Physiograph; ein neues Indexsystem für Bibliothekare; eine neue Notation für algebraische Funktionen; ein neues Heizungssystem, um Proben länger zu halten. Die Wissenschaftsgeschichte ist die Geschichte dieser Innovationen. Die Rolle des Geistes wurde genau wie die der Wahrnehmung gewaltig übertrieben (Arnheim 1969). Ein durchschnittlicher Geist oder ein durchschnittlicher Mensch mit durchschnittlichen Wahrnehmungsfähigkeiten, innerhalb normaler sozialer Bedingungen, wird abhängig davon, ob er oder seine durchschnittlichen Fähigkeiten auf die verwirrende Welt oder auf Inskriptionen angewendet werden, vollkommen unterschiedliche Outputs erzeugen.

Es ist besonders interessant, sich auf den neunten Vorteil zu konzentrieren, weil er uns einen Weg eröffnet, »Formalismus« zu einer profaneren und materielleren Realität zu machen. Um sich von »empirisch« zu »theoretisch« zu bewegen, muss die Wissenschaft von langsameren zu schnelleren mobilen Elementen, von veränderlicheren zu weniger veränderlichen Inskriptionen gehen. Die Tendenzen, die wir oben studiert haben, brechen

nicht zusammen, wenn wir den Formalismus betrachten, sondern nehmen im Gegenteil auf phantastische Weise zu. Tatsächlich ist, was wir Formalismus nennen, die *Beschleunigung der Verlagerung ohne Transformation*. Um diesen Punkt zu erfassen, müssen wir zurück zu Abschnitt 2 gehen. Die Mobilisierung vieler Ressourcen durch Raum und Zeit ist wesentlich für die Dominierung in großem Maßstab. Ich schlug vor, diese Objekte, die es erlauben, dass diese Mobilisierung stattfindet, »unveränderlich mobile Elemente« zu nennen. Ich argumentierte ebenfalls, dass die besten dieser mobilen Elemente mit geschriebenen, nummerierten oder optisch konsistenten Papieroberflächen zu tun haben. Ich wies aber auch darauf hin – ohne jedoch eine Erklärung anzubieten –, dass wir mit *Kaskaden* von immer stärker vereinfachten und kostspieligeren Inskriptionen umgehen müssen. Diese Fähigkeit zur Kaskadenbildung muss nun erklärt werden, weil die Sammlung schriftlicher und bildlicher Ressourcen an einem Ort – auch mit Hin- und Rückverbindungen – demjenigen, der sie sammelt, allein noch *keine* Überlegenheit garantiert. Wieso? Weil der Sammler solcher Spuren sofort von ihnen überflutet wird. Ich habe ein solches Phänomen in Guillemins Labor beschrieben: Nach nur ein paar Tagen, in denen die Instrumente in Betrieb waren, gab es Stapel von Ausdrucken, genug, um den Verstand fassungslos zu machen (Latour/Woolgar 1979: Kap. 2). Dasselbe passierte Darwin nach ein paar Jahren des Sammelns von Mustereemplaren mit dem *Beagle*; es gab so viele Kisten, dass Darwin geradezu aus seinem Haus gedrückt wurde. Allein helfen die Inskriptionen also *nicht*, dass eine Örtlichkeit ein Zentrum wird, das den Rest der Welt dominiert. Etwas muss mit der Inskription gemacht werden, das dem ähnlich ist, was Inskriptionen mit »Dingen« tun, sodass am Ende einige Elemente alle anderen in großem Maßstab manipulieren können. Dieselbe Deflationsstrategie, die wir verwendeten, um zu zeigen, wie »Dinge« in Papier verwandelt werden, kann ebenfalls zeigen, wie Papier in *weniger* Papier umgewandelt werden kann. Nehmen wir als Beispiel »Die Effektivität der Arbeit Galileos«, wie sie bei Drake betrachtet wird (1970). Drake verwendet tatsächlich das Wort Formalismus, um das zu kennzeichnen, wozu Galileo fähig war, seine Vorgänger jedoch nicht. Was beschrieben wird, ist jedoch interessanter als dies. Drake vergleicht die Diagramme und Kommentare Galileos mit denen von zwei älteren Gelehrten, Jordan und Stevin. Interessanterweise wird in Jordans Demonstration »das physikalische Element, wie man sieht, als ein Nachgedanke zur Geometrie eingebracht, gleichsam mit Gewalt« (1970: 103). Bei Stevens Diagramm ist es das Gegenteil: »Die vorherige Situation ist umgekehrt; Geometrie ist zugunsten reiner mechanischer Intuition eliminiert.« (Ebd.) Was also scheinbar passiert, ist, dass Galileos zwei Vorgänger das Problem nicht visuell auf einer Papieroberfläche unterbringen und das Resultat gleichzeitig sowohl als Geometrie als auch als Physik betrachten konnten. Eine einfache Ver-

änderung in der von Galileo verwendeten Geometrie gestattete ihm, viele verschiedene Probleme zu verbinden, während seine zwei Vorgänger an unverbundenen Formen arbeiteten, die sie nicht kontrollieren konnten:

»Galileos Art, Geometrie und Physik zu verschmelzen, wurde in seinem Beweis desselben Theorems in seinem frühen Traktat über Bewegung aus dem Jahr 1590 offensichtlich. Die Methode selbst legte ihm nicht nur viele logische Schlussfolgerungen nahe, sondern auch sukzessive Verbesserungen des Beweises selbst und dessen weitere physikalische Implikationen.« (Ebd.: 104)

Diese Fähigkeit der Verbindung könnte in Galileos Geist lokalisiert werden. Was faktisch verbunden wird, sind drei verschiedene visuelle Horizonte, die synoptisch gehalten werden, weil die Papieroberfläche als geometrischer Raum betrachtet wird:

»Man sieht, wie die gesamte Demonstration eine *Reduktion* des Problems des Gleichgewichts auf geneigten Flächen zum Hebel konstituiert, die in sich selbst das Theorem aus der Isolation, in dem es zuvor stand, herausholt.« (Ebd.: 106)

Dieser harmlose Begriff »aus der Isolation herausholen« wird fortwährend von denen gebraucht, die über Theorien sprechen. Kein Wunder. Wenn man Galileos Diagramm hält, hält man drei Domänen, wenn man die anderen hält, nur eine. Das von einer Theorie gestattete »Halten« ist nicht mysteriöser (und auch nicht weniger mysteriös) als das Halten von Armen, von Aktien oder von Positionen im Raum. Es ist faszinierend zu sehen, dass Drake die Effizienz von Galileos Verbindung in Begriffen seiner Kreation eines geometrischen Mediums, in dem Geometrie und Physik verschmelzen, erklärt. Diese ist eine viel materiellere Erklärung als Koyrés idealistische, obwohl die »Sache« in Drakes Darstellung ein bestimmter Typ von Inskription auf Papier und eine bestimmte Betrachtungsweise dessen ist.

Ähnliche Taktiken, die Diagramme verwenden, um schnelle Verbindungen zwischen vielen unverbundenen Problemen herzustellen, werden von kognitiven Psychologen dokumentiert. Herbert Simon (1982) vergleicht die Taktiken von Experten und Anfängern im Zeichnen von Diagrammen, wenn sie über einfache physikalische Probleme befragt werden (Pumpen, Wasserfluss usw.). Der wesentliche Unterschied zwischen Experten und Anfängern ist genau derselbe, den Drake herausstellt:

»Das Wesentliche, das im Verhalten der Experten aufschien, war, dass die Formulierung der initialen und der finalen Bedingung auf eine Weise zusammengestellt wurde, dass die Beziehung zwischen ihnen und also die Antwort wesentlich von ihm [dem Diagramm] abgelesen werden konnte.« (Ebd.: 169)

Mit dieser Frage vor Augen ist man beeindruckt von den Metaphern, die die »Theoretiker« verwenden, um Theorien zu feiern und ihnen Ränge zuzuteilen.<sup>12</sup> Die zwei Hauptarten von Metaphern bestehen in erhöhter Mobilität respektive erhöhter Unveränderbarkeit. Gute Theorien werden schlechten gegenübergestellt oder zu »bloßen Sammlungen empirischer Fakten«, weil sie einen »leichten Zugang zu ihnen« gewähren. Hankel kritisiert z.B. Diophanus mit den Worten, die ein französischer Ingenieur verwenden würde, um das Nigerianische Autobahnssystem zu verunglimpfen:

»Jede Frage erfordert eine ganz bestimmte Methode, die danach nicht einmal für ganz ähnliche Probleme dient. Es ist dementsprechend auch nach dem Studium von 100 Diophantischen Lösungen schwierig für einen modernen Mathematiker, das 100. Problem zu lösen; wenn wir den Versuch gemacht haben und nach einigen vergeblichen Unternehmungen Diophantus' eigene Lösung lesen, werden wir erstaunt sein zu sehen, wie er plötzlich die breite Hauptstraße verlässt, in einen Seitenweg rast und mit einer schnellen Drehung das Ziel erreicht.« (Zitiert in Bloor 1976: 102)

Der sichere Pfad der Wissenschaft, wie Kant sagen würde, ist nicht derselbe für die Griechen, die Bororos und für uns; genauso wenig sind die Transportmittel identisch. Man könnte einwenden, dass diese nur Metaphern sind. Ja, aber die Etymologie des Begriffs *metaphoros* selbst ist erhellend. Genau bedeutet er Verlagerung, Transport, Transfer. Gleichgültig, ob sie bloße Bilder sind, *tragen* diese Metaphern treffend die Obsession der Theoretiker für einfachen Transport und schnelle Kommunikation. Eine kraftvollere Theorie, behaupten wir, ist die, die mit weniger Elementen und weniger und einfacheren Transformationen ermöglicht, an jede andere (vergangene und zukünftige) Theorie heranzukommen. Jedes Mal, wenn eine starke Theorie gefeiert wird, ist es möglich, diese Bewunderung in

12 | Ein schönes Beispiel ist das von Carnots Thermodynamik, erforscht von Redondi (1980). Carnots Know-how bezieht sich nicht auf den Bau einer Maschine, sondern eher auf ein Diagramm. Dieses Diagramm ist so gezeichnet, dass es gestattet, von einer Maschine zu jeder weiteren zu gehen – und tatsächlich zu nicht-existenten Maschinen, die nur auf dem Papier gezeichnet waren. Wirkliche dreidimensionale Dampfmaschinen sind interessant, jedoch lokalisiert und schwerfällig. Für sie hat Thermodynamik dieselbe Bedeutung wie La Pérouses Karten für die pazifischen Inseln. Wenn man von einer Maschine zur Theorie geht oder von einer Insel zur Karte, geht man nicht vom Konkreten zum Abstrakten, vom Empirischen zum Theoretischen; man geht von einem Ort, der nichts dominiert, zu einem anderen Ort, der alle anderen dominiert. Wenn man Thermodynamik versteht, versteht man alle Maschinen (der Vergangenheit, der Gegenwart und der Zukunft – vgl. Diesel). Die Frage bei Theorien ist: Wer kontrolliert wen und zu welchem Ausmaß?

Begriffen des trivialsten Machtkampfes neu zu formulieren: Diesen Platz zu halten gestattet mir, alle anderen zu halten. Dies ist das Problem, dem wir durch diesen gesamten Artikel hindurch begegnet sind: wie man viele Verbündete an einem Ort versammelt (Latour 1988b). Inskriptionen gestattet *Konskription!*

Eine ähnliche Verbindung zwischen der Fähigkeit zu abstrahieren und der praktischen Arbeit der Mobilisierung von Ressourcen, ohne sie zu transformieren, ist in weiten Teilen der kognitiven Wissenschaft erkennbar. In Piagets Tests wird beispielsweise viel Aufhebens um Wasser gemacht, das aus einem kleinen dünnen Becher in einen kurzen, flachen gegossen wird. Wenn die Kinder sagen, das Wasservolumen habe sich verändert, sind sie nicht konservativ. Wie aber jeder Laborbeobachter weiß, hängen die meisten Phänomene davon ab, welches Maß man abliest oder welchem man im Fall einer Diskrepanz glaubt. Die Verschiebung von nicht konservativ zu konservativ mag nicht eine Modifikation in der kognitiven Struktur sein, sondern eine Verschiebung der Indikatoren: Lies die Höhe des Wassers im ersten Becher ab und glaube ihm *mehr* als der Markierung des flachen Bechers. Die Idee des »Volumens« wird zwischen den kalibrierten Bechern genauso *gehalten* wie Guillemins Endorphin zwischen verschiedenen Peaks von mindestens fünf verschiedenen Instrumenten. Piaget bittet in anderen Worten seine Kinder, ein Laborexperiment auszuführen, das in der Schwierigkeit dem eines durchschnittlichen Nobelpreisträgers vergleichbar ist. Wenn irgendeine Verschiebung im Denken auftritt, hat das nichts mit dem Denken zu tun, sondern mit der Manipulation der Laboreinrichtung. Aus dieser Einrichtung kann keine Antwort über Volumen abgelesen werden. Der beste Beweis dafür ist, dass Piaget selbst ohne industriell kalibrierte Becher vollkommen unfähig wäre zu entscheiden, was konservativ ist (vgl. auch Cole/Scribner 1974: letztes Kap.). Wieder einmal mag das Meiste, dem wir a priori »höhere kognitive Funktionen« zugestehen, konkrete Aufgaben sein, die mit neu kalibrierten, graduierten und geschriebenen Objekten ausgeführt werden. Allgemeiner ausgedrückt ist Piaget von Konservierung und Verlagerung durch den Raum ohne Veränderung besessen (Piaget/Garcia 1983). Denken ist gleichbedeutend mit der Fähigkeit, sich so schnell wie möglich zu bewegen, während man so viel wie möglich vom Muster konserviert. Was Piaget als die Logik der Psyche bezeichnet, ist die tatsächliche Logik der Mobilisierung und Unveränderbarkeit, die unseren wissenschaftlichen Gesellschaften so eigen ist, wenn sie harte Fakten zur Dominierung in einem großen Maßstab produzieren wollen. Kein Wunder, dass sich alle diese »Fähigkeiten«, sich in solch einer Welt schnell zu bewegen, mit der Schulbildung verbessern!<sup>13</sup>

13 | Einen schönen *a-contrario*-Beweis liefert Edgertons Studie zu chinesischen technischen Zeichnungen (1980). Er bemerkt, dass chinesische Künstler kein Interesse an Ziffern haben, oder genauer, dass sie Ziffern nicht in den perspektivischen

Wir kommen nun näher an ein Verständnis jenes Sachverhalts, der Formalismus konstituiert. Der Ausgangspunkt ist, dass wir fortlaufend zwischen einer Vielzahl oft widersprüchlicher Indikationen unserer Sinne zögern. Das Meiste, was wir »Abstraktion« nennen, ist in der Praxis der Glaube, dass einer geschriebenen Inskription mehr Glauben geschenkt werden muss als jeglicher widersprüchlichen Indikation der Sinne.<sup>14</sup> Koyré z.B. hat gezeigt, dass Galileo an das Trägheitsprinzip aus mathematischen Gründen glaubte, sogar entgegen widersprüchlicher Beweise, die ihm nicht nur von den Schriften, sondern auch von seinen Sinnen geboten wurden. Koyré bemerkt, dass diese Zurückweisung der Sinne auf Galileos platonistische Philosophie zurückging. Dies mag so gewesen sein. Aber was bedeutet das in der Praxis? Es bedeutet, dass, wenn Galileo mit vielen gegensätzlichen Indikationen konfrontiert wurde, er in letzter Instanz dem Dreieckdiagramm für die Berechnung des Gesetzes fallender Körper *mehr* glaubte als jeder *anderen* Vision fallender Körper (Koyré 1966: 147): »Im Zweifel glaube den Inskriptionen, die in mathematischen Begriffen ausgedrückt sind, *ungeachtet*, zu welchen Absurditäten dich das führt.«<sup>15</sup>

Raum hineinnehmen, an dem ein Ingenieur arbeiten und Berechnungen und Vorhersagen machen kann, sondern sie als Illustrationen betrachten. Folglich werden alle Verbindungen zwischen den Teilen der Maschinen zu Dekorationen (ein komplexer Teil der Pumpe wird z.B. nach mehreren Kopien zu Wellen auf einem Teich!). Niemand würde behaupten, dass Chinesen nicht abstrahieren können; es wäre jedoch keineswegs absurd zu behaupten, dass sie nicht ihr volles Vertrauen in das Schreiben und in die graphische Darstellung setzen.

14 | In einem schönen Artikel spricht Carlo Ginzburg von einem »Paradigma der Spuren«, um diese besondere Obsession unserer Kultur zu bezeichnen, die er von der griechischen Medizin über Conan Doyles Detektivgeschichten, durch Freuds Interesse an Fehlleistungen bis zur Entdeckung von Kunstfälschungen (1980) aufspürt. Indem er jedoch auf ein klassisches Vorurteil zurückgreift, trennt Ginzburg Physik und harte Wissenschaften von einem solchen Paradigma, weil sie, wie er behauptet, sich nicht auf Spuren, sondern auf abstrakte, universelle Phänomene verlassen.

15 | Ivins erklärt z.B., dass die meisten griechischen Parallelen in der Geometrie sich nicht treffen, weil sie mit den Händen berührt werden, während die Parallelen der Renaissance sich treffen, da sie nur auf Papier gesehen werden (1973: 7). Jean Lave zeigt in ihrer Studie kalifornischer Supermarkteinkäufer, dass Personen, die mit einer Schwierigkeit in ihren Berechnungen konfrontiert werden, selten beim Papier bleiben und niemals ihr Vertrauen in etwas Geschriebenes setzen (Lave et al. 1984). Es zu tun, gleichgültig, wie absurd die Konsequenzen sein mögen, erfordert eine zusätzliche Reihung sonderbarer Umstände, die mit der Laboreinrichtung verbunden sind, sogar wenn diese, wie Livingston (1986) sagt, »flache Laboratorien« sind. In einem seiner etwa zwölf Ursprünge der Geometrie argumentiert Serres, dass die Griechen, indem sie das Alphabet erfanden und damit jede Verbindung

Nach Eisensteins großartiger Überarbeitung der »Buch der Natur«-Argumentation und Alpers Neuedition von »visueller Kultur« ist die Ethnographie der Abstraktion einfacher geworden: Was ist diese Gesellschaft, in der eine geschriebene, gedruckte, mathematische Form im Zweifelsfall größere Glaubwürdigkeit besitzt als alles andere: als gesunder Menschenverstand, andere Sinne als Sehen, politische Autorität, Tradition und sogar heilige Schriften? Es ist offensichtlich, dass dieser Wesenszug der Gesellschaft überdeterminiert ist, da er im geschriebenen Gesetz (Clanchy 1979), in der biblischen Exegese der heiligen Schriften und in der Geschichte der Geometrie (Husserl 1954; Derrida 1967; Serres 1980) gefunden werden kann. Ohne diese sonderbare Tendenz, das Geschriebene zu privilegieren, wäre die Macht der Inskriptionen vollkommen verloren, worauf Edgerton in seiner Diskussion chinesischer Diagramme hinweist. Gleichgültig, wie schön, reich, präzise oder realistisch Inskriptionen sein mögen, niemand würde glauben, was sie zeigten, wenn ihnen andere Beweise örtlichen, sinnlichen Ursprungs oder Erklärungen örtlicher Behörden widersprechen könnten. Ich glaube, dass wir einen beachtlichen Schritt vorwärts machen würden, wenn wir diesen besonderen Wesenszug unserer Kultur mit den Erfordernissen der Mobilisierung, die ich bereits mehrmals dargestellt habe, verbinden könnten. Ein Großteil der kognitiven Psychologie und Epistemologie existiert nicht, sondern ist mit diesem seltsamen anthropologischen Puzzle verbunden: mit einer Ausbildung (oft in Schulen), um geschriebene Inskriptionen zu manipulieren, sie in Kaskaden aufzustellen und der letzten in der Reihe mehr als jedem gegenteiligen Beweis zu glauben. In der Beschreibung dieser Ausbildung sollte die Anthropologie der Geometrie und der Mathematik stärker betont werden (Livingston 1986; Lave 1986, 1988; Serres 1982).

### Papierarbeit

Es gibt zwei Arten, den Visualisierungsprozess, an dem wir alle interessiert sind, zu ignorieren: erstens, dem wissenschaftlichen Denken das zuzuschreiben, was eigentlich Händen, Augen und Zeichen zusteht; zweitens, sich ausschließlich auf Zeichen *qua* Zeichen zu konzentrieren, ohne die Mobilisierung zu erwägen, deren feinen Rand sie lediglich darstellen. Ob

zwischen geschriebenen Formen und dem Bezeichneten abbrachen, die piktoriale Repräsentation bewältigen mussten. Er argumentiert, dass der von uns so genannte Formalismus ein Alphabettex ist, der versucht, visuelle Diagramme zu beschreiben. »Was ist diese Geometrie in der Praxis? Nicht »Idee«, sondern ein Tun, das sie voraussetzt. Sie ist in erster Linie eine Kunst des Zeichnens. Sie ist dann eine Sprache, die über die Zeichnung spricht, sei sie nun präsent oder abwesend.« (Serres 1980: 176)

die Wahl aller Innovationen im Erstellen von Bildern, in Gleichungen, Kommunikationen, Archiven, Dokumentationen, Instrumentationen und Argumentationen für oder gegen sie ausfällt, hängt davon ab, wie sie gleichzeitig entweder die Inskription oder die Mobilisierung beeinflussen. Dieses Bindeglied ist nicht nur in den empirischen Wissenschaften sichtbar, nicht nur im (früheren) Bereich von Formalismus, sondern ebenfalls in vielen »praktischen« Unternehmungen, von denen die Wissenschaft oft übermäßig getrennt wird.

In einem schönen Buch verfolgt Booker die Geschichte des technischen Zeichnens (1982). Lineare Perspektive (vgl. oben) »veränderte« progressiv »das Konzept des Bildes von der bloßen Repräsentation zur Projektion auf eine Ebene« (ebd.: 31). Aber die Perspektive hing noch von der Position des Beobachters ab, sodass die Objekte ohne Beeinträchtigung nicht wirklich überallhin bewegt werden konnten. Desargues und Monges Arbeiten

»halfen den »Blickpunkt« oder die Art der Betrachtung von Dingen seelisch zu verändern. Anstelle der imaginären Linien des Raumes, die man nur sehr schwierig klar wahrnehmen kann, die zu dieser Zeit die Basis der Perspektive waren, erlaubte die projektive Geometrie es, die Perspektive in Begriffen der soliden Geometrie zu sehen.« (Booker 1982: 34)

Mit der deskriptiven Geometrie wird die Position des Beobachters irrelevant.

»Es kann von jedem Winkel betrachtet oder fotografiert oder auf jede Ebene projiziert – d.h. verzerrt – werden und das Resultat bleibt wahr.« (Ebd.: 35)

Booker und sogar noch besser Baynes und Push (1981) zeigen in einem ausgezeichneten Buch (vgl. auch Deforges 1981), wie *ein paar* Ingenieure enorme Maschinen *meistern* konnten, die noch nicht einmal existierten. Diese Glanzleistungen sind ohne technische Zeichnungen nicht vorstellbar. Booker, der einen Ingenieur zitiert, beschreibt die Veränderung des Maßstabs, der den Wenigen erlaubt, die Vielen zu dominieren:

»Eine gezeichnete Maschine ist wie eine ideale Realisation davon, jedoch in einem Material, das wenig kostet und einfacher zu handhaben ist als Eisen oder Stahl. [...] Wenn alles zuerst gut ausgedacht ist und die wesentlichen Dimensionen durch Berechnungen oder Erfahrung bestimmt sind, kann der Plan einer Maschine oder die Installation schnell auf Papier gebracht und das Ganze genauso wie das Detail danach auf bequemste Weise der schärfsten Kritik ausgesetzt werden. Wenn es zuerst Zweifel gibt, welches der verschiedenen möglichen Arrangements das wünschenswerteste ist, werden sie alle aufgezeichnet, miteinander verglichen und das passendste auf einfache Weise gewählt.« (Booker 1982: 187)

Eine industrielle Zeichnung erschafft nicht nur eine Papierwelt, die wie in drei Dimensionen manipuliert werden kann. Sie kreiert auch einen gemeinsamen Platz, an dem viele andere Inskriptionen zusammenkommen können. Toleranzgrenzen können auf der Zeichnung inskribiert, die Zeichnung für ökonomische Berechnungen, für eine Definition der zu erfüllenden Aufgabe oder zur Organisation der Reparaturen und Verkäufe verwendet werden.

»Zeichnungen sind jedoch nicht nur für die Planung, sondern auch für die Ausführung von äußerster Wichtigkeit, da durch sie von Anfang an die Bemessungen und Proportionen aller Teile so genau und endgültig festgelegt werden können, dass, wenn es zur Herstellung kommt, es nur noch notwendig ist, in den für die Konstruktion verwendeten Materialien genau das zu imitieren, was in der Zeichnung gezeigt wird. Jeder Teil der Maschine kann im Allgemeinen unabhängig von jedem anderen Teil hergestellt werden; deshalb ist es möglich, die gesamte Arbeit unter einer großen Anzahl von Arbeitern aufzuteilen. [...] Keine substantiellen Fehler können in der auf diese Weise organisierten Arbeit auftreten, und falls einmal ein Fehler gemacht wird, weiß man sofort, wer dafür verantwortlich ist.« (Ebd.: 188)

Realitätssphären, die weit entfernt zu liegen scheinen (Mechanik, Ökonomie, Marketing, wissenschaftliche Organisationen), sind nur noch Zentimeter entfernt, wenn sie einmal auf derselben Oberfläche ausgebreitet werden. Die Ballung von Zeichnungen in einem optisch konsistenten Raum ist einmal mehr der »universelle Austausch« , der es erlaubt, Arbeit zu planen, promptly zu erledigen, zu erkennen und Verantwortlichkeit zuzuweisen.<sup>16</sup>

Die verbindende Qualität geschriebener Spuren ist sogar noch sichtbar im meistverachteten aller ethnographischen Objekte: in der Akte oder der Aufzeichnung. Die der Bürokratie seit Hegel und Weber gewährte »Rationalisierung« wurde versehentlich dem »Geist« (preußischer) Büro-

16 | Die Verbindung zwischen technischem Denken und technischem Zeichnen ist so eng, dass Forscher sie sogar unwillentlich herstellen. Wenn z.B. Bertrand Gille die Schaffung eines neuen »système technique« in Alexandria während der hellenistischen Periode erklärt, ist er gezwungen, zu sagen, dass es die Verfügbarkeit einer guten Bibliothek und einer Sammlung von Maßstabsmodellen aller zuvor erfundenen Maschinen ist, die »bloße Praxis« in Techno-Logie umwandelte (1980). Was das »système technique« zu einem System macht, ist die synoptische Vision aller vorherigen technischen Errungenschaften, die alle aus ihrer Isolation genommen werden. Die Verbindung ist am deutlichsten sichtbar, wenn eine Inskriptionsvorrichtung an eine arbeitende Maschine angeschlossen wird, um sie verständlich zu machen (Hills/Pacey 1981; Constant 1983). Eine schöne Darstellung der Papierwelt, die dazu notwendig ist, einen Computer real zu machen, findet sich in Kidder (1981). »Die Seele der Maschine« ist ein Stoß Papier.

kraten zugeschrieben: Es liegt alles in den Akten selbst. Ein Büro ist – in vielen Hinsichten und mit jedem Jahr zunehmend – ein kleines Laboratorium, in dem viele Elemente miteinander verbunden werden können, weil ihr Maßstab und ihre Natur angeglichen wurden: juristische Texte, Spezifikationen, Standards, Gehaltslisten, Landkarten, Untersuchungen (seit der Eroberung durch die Normannen, wie aufgezeigt bei Clanchy 1979). Ökonomie, Politik, Soziologie und harte Wissenschaften kommen nicht durch den grandiosen Zugang der »Interdisziplinarität« in Kontakt, sondern durch die Hintertür der Akte. Das »Kratie« im Wort »Bürokratie« ist mysteriös und schwer zu erforschen, aber das »Büro« ist etwas, das empirisch untersucht werden kann und das aufgrund seiner Struktur erklärt, weshalb etwas Macht an einen durchschnittlichen Geist abgegeben wird, einfach indem man Akten durchsieht: Weit entfernte Domänen rücken in unmittelbare Nähe, verschlungene und versteckte Domänen werden flach, Tausende von Vorkommnissen können synoptisch betrachtet werden. Noch wichtiger ist, dass, wenn Akten einmal überall zusammengetragen werden, um eine Hin- und Rückzirkulation unveränderlich mobiler Elemente sicherzustellen, sie in einer Kaskade aufgestellt werden können: Akten über Akten können erzeugt werden und man kann diesen Prozess fortsetzen, bis einige Menschen Millionen betrachten, als wären sie in ihrer Handfläche. Ironischerweise macht sich der gesunde Menschenverstand über diese »gratte-papiers« oder »Papiertiger« lustig und fragt sich, wozu dieser »Papierkrieg« notwendig ist; dieselbe Frage sollte jedoch bezüglich aller Themen von Wissenschaft und Technik gestellt werden. In unserer Kultur ist der Umgang mit Akten und Papier der Ursprung aller essentialen Macht, was konstant der Aufmerksamkeit entgeht, da man deren Materialität ignoriert.

In seinem grundlegenden Buch »The Pursuit of Power« (1982) benutzt McNeill diese Fähigkeit, um chinesische Bürokratie von der des Okzidents zu unterscheiden. Die Akkumulation von Aufzeichnungen und Ideogrammen machten das chinesische Imperium möglich. Es gibt jedoch einen wesentlichen Nachteil bei Ideogrammen; wenn sie einmal gesammelt sind, kann man sie nicht zu einer Kaskade zusammenstellen, sodass Tausende von Aufzeichnungen – in eine verwandelt –, wortwörtlich durch geometrische oder mathematische Kompetenz »punktualisiert« werden können. Wenn wir sowohl die Qualität der Zeichen als auch den Mobilisierungsprozess im Fokus behalten, können wir verstehen, wieso dem Wachstum des chinesischen Imperiums in der Vergangenheit bestimmte Grenzen gesetzt worden sind und wieso diese Grenzen der Mobilisierung von Ressourcen in großem Maßstab in Europa durchbrochen worden sind. Die Macht, die durch die Konzentration von in einer homogenen und kombinierbaren Form verfassten Akten erlangt wird, kann man kaum hoch genug einschätzen (Wheeler 1969; Clanchy 1979).

Diese Rolle des Bürokraten, qua Wissenschaftler, qua Schreiber und

Leser wird immer missverstanden, weil wir als selbstverständlich annehmen, dass irgendwo in der Gesellschaft Makro-Akteure existieren, die auf natürliche Weise die Szene dominieren: Korporationen, Staaten, Produktionskräfte, Kulturen, Imperialismus, »mentalités« usw. Wenn sie einmal akzeptiert sind, werden diese großen Entitäten verwendet, »kognitive« Aspekte der Wissenschaft und Technik zu erklären (oder nicht zu erklären). Das Problem ist, dass diese Einheiten ohne die Konstruktion eines langen Netzwerkes, in dem zahlreiche getreue Aufzeichnungen – Aufzeichnungen, die wiederum zusammengefasst und ausgestellt sind, um zu überzeugen – in beiden Richtungen zirkulieren, überhaupt nicht existieren könnten. Ein »Staat«, eine »Korporation«, eine »Kultur« oder eine »Ökonomie« sind das Ergebnis eines Punktualisierungsprozesses, der einige Indikatoren aus vielen Spuren herausholt. Um existieren zu können, müssen diese Entitäten irgendwo *zusammengefasst* sein (Chandler 1977; Beniger 1986). Weit davon entfernt, der Schlüssel zum Verständnis von Wissenschaft und Technik zu sein, sind diese Entitäten die tatsächlichen Dinge, die ein neues Verständnis von Wissenschaft und Technik erklären sollten. Die Akteure im großen Maßstab, denen Wissenschaftssoziologen gern »Interessen« beifügen, sind praktisch immateriell, solange keine präzisen Mechanismen vorgeschlagen werden, um ihren Ursprung oder ihre Extraktion und ihren Maßstabwechsel zu erklären.

Ein Mensch ist niemals viel mächtiger als ein anderer – sogar von einem Thron aus; von einem Mann jedoch, dessen Auge Aufzeichnungen dominiert, durch die gewisse Verbindungen mit Millionen anderer hergestellt werden können, kann man sagen, dass er *dominiert*. Diese Herrschaft ist jedoch kein gegebenes Faktum, sondern eine langsame Konstruktion, und sie kann korrodiert, unterbrochen oder zerstört werden, wenn die Aufzeichnungen, Akten und Zahlen immobilisiert, veränderbarer und weniger les- und kombinierbar oder bei ihrer Ausstellung undeutlich gemacht werden. Der *Maßstab* eines Akteurs ist mit anderen Worten kein absoluter, sondern ein relativer Begriff, der mit der Fähigkeit variiert, Information über andere Orte oder Zeiten zu produzieren, zu erfassen, zusammenzufassen und zu interpretieren (Callon/Latour 1981). Sogar die bloße Idee eines Maßstabs ist unmöglich zu verstehen, ohne eine Inskription oder Karte im Kopf zu haben. Der »große Mann« ist ein kleiner Mann, der auf eine gute Karte schaut. In Mercators Frontispiz wird Atlas von einem Gott, der die Welt trägt, in einen Wissenschaftler verwandelt, der sie in den Händen hält.

Seit dem Anfang der Darstellung darüber, wie man Dinge zusammenzieht, habe ich das einfache Problem von Macht umgeformt: Wie können die Wenigen die Vielen dominieren? Nach McNeills Hauptrekonzeptualisierung der Geschichte der Macht in Begriffen der Mobilisierung kann diese jahrhundertalte Frage der politischen Philosophie und Soziologie in einer anderen Weise umformuliert werden: Wie können entfernte oder

fremde Orte und Zeiten an einem Ort versammelt werden in einer Form, die all den Orten und Zeiten gestattet, auf einmal präsentiert zu werden, und es ihnen zudem erlaubt, sich dorthin *zurück* zu bewegen, woher sie kommen? Über Macht zu sprechen ist eine endlose und mystische Aufgabe; von Distanz, Sammlung, Loyalität, Zusammenfassung, Transmission zu sprechen ist eine empirische Aufgabe, wie in einer neuen Studie von John Law über die portugiesische Gewürzroute nach Indien (1986) illustriert worden ist. Statt wie die meisten Wissenschaftler große Entitäten zu verwenden, um Wissenschaft und Technik zu erklären, sollten wir bei den Inskriptionen und ihren Mobilisierungen beginnen und sehen, wie sie kleinen Entitäten helfen, zu großen zu werden. In dieser Verschiebung von einem Forschungsprogramm zu einem anderen werden »Wissenschaft und Technik« aufhören, mysteriöse kognitive Objekte zu sein, die durch die soziale Welt erklärt werden müssen. Sie werden zu einer der Hauptquellen von Macht (McNeill 1982). Wenn man die Existenz von Makro-Akteuren als selbstverständlich annimmt, ohne das Material zu erforschen, das sie »makro« macht, macht man damit sowohl Wissenschaft als auch Gesellschaft mysteriös. Das Herstellen verschiedener Maßstäbe zu unserem Hauptinteresse zu machen bedeutet, die praktischen Mittel zur Erlangung von Macht auf eine feste Basis zu stellen (Cicourel 1981). Das Pentagon *sieht* nicht mehr von der Strategie der Russen als Guillemin von seinen Endorphinen. Es setzt einfach seinen Glauben in übereinander gelagerte Spuren verschiedener Qualität, stellt einige anderen gegenüber, geht den Schritten jener nach, die zweifelhaft sind, und gibt Milliarden dafür aus, neue Zweige von Wissenschaft und Technik zu schaffen, die die Mobilität von Spuren beschleunigen, ihre Unveränderbarkeit perfektionieren, die Lesbarkeit erhöhen, Kompatibilität sicherstellen, die Anzeige beschleunigen: Satelliten, Spionagenetzwerke, Computer, Bibliotheken, Radioimmununtersuchungen, Archive, Studien. Das Pentagon wird niemals mehr von diesen Phänomenen sehen als das, was es durch diese unveränderlich mobilen Elemente aufbauen kann. Das ist *offensichtlich*, wird aber selten *gesehen*.

Wenn diese kleine Verschiebung von einer sozial/kognitiven Unterscheidung zum Studium von Inskriptionen akzeptiert wird, dann erscheint die Wichtigkeit der *Metrologie* im rechten Licht. Metrologie ist die wissenschaftliche Organisation stabiler Messungen und Standards. Ohne sie ist keine Messung stabil genug, um weder Homogenität der Inskriptionen noch ihre Umkehr zuzulassen. Es ist deshalb auch nicht überraschend, wenn man erfährt, dass die Metrologie bis zu dem Dreifachen des Budgets aller Forschungen und Entwicklungen kostet und dass sich diese Zahl nur auf die ersten Elemente der metrologischen Kette bezieht (Hunter 1980). Dank der metrologischen Organisation können die grundlegenden physikalischen Konstanten (Zeit, Raum, Gewicht, Wellenlänge) und viele biologische und chemische Standards »überallhin« ausgeweitet werden. (Zeru-

bavel 1982; Landes 1983). Die Universalität von Wissenschaft und Technik ist ein Klischee der Epistemologie, aber Metrologie ist die praktische Durchsetzung dieser mystischen Universalität. In der Praxis ist sie kostspielig und voller Lücken (vgl. Cochrane 1966 für die Geschichte des Eichamts). Metrologie ist nur die offizielle und primäre Komponente einer stetig wachsenden Anzahl von Messaktivitäten, die wir alle in unserem täglichen Leben unternehmen müssen. Jedes Mal, wenn wir auf unsere Armbanduhr schauen oder eine Wurst bei einem Metzger wiegen lassen, jedes Mal, wenn Laboratorien die Bleibelastung oder die Reinheit des Wassers messen oder die Qualität von Industriegütern kontrollieren, erlauben wir mehr unveränderlich mobilen Elementen neue Orte zu erreichen. »Rationalisierung« hat sehr wenig mit der Vernunft der Büro- und Technokraten, aber eine Menge mit der Erhaltung metrologischer Ketten zu tun (Uselding 1981). Der Aufbau langer Netzwerke gewährleistet die Stabilität der physikalischen Hauptkonstanten, aber es gibt viele andere metrologische Aktivitäten für weniger »universelle« Messungen (Abstimmungen, Fragebögen, auszufüllende Formulare, Konten, Zählungen).

Es gibt noch eine weitere Domäne, in die diese Ethnographie der Inskription etwas »Licht« bringen könnte. Ich möchte darüber sprechen, weil ich am Anfang dieser Übersicht die Dichotomien zwischen »mentalistischen« und »materialistischen« Erklärungen zurückwies. Unter diesen interessanten, unveränderlich mobilen Elementen gibt es eines, das sowohl zu viel als auch zu wenig Aufmerksamkeit erhalten hat: das Geld. Die Anthropologie des Geldes ist so kompliziert und verwirrend wie die des Schreibens. Eines jedoch ist klar: Sobald Geld durch verschiedene Kulturen zu zirkulieren beginnt, entwickelt es einige deutlich ausgeprägte Charakteristika: Es ist mobil (in kleinen Teilen), unveränderlich (da es aus Metall besteht), zählbar (wenn es einmal gemünzt ist), kombinierbar und kann von den gewerteten Dingen zum bewertenden Zentrum zirkulieren und zurück. Geld hat zu viel Aufmerksamkeit erhalten, weil man es für etwas Besonderes gehalten hat, tief eingefügt in die Infrastrukturen von Ökonomien, während es einfach eines von vielen unveränderlich mobilen Elementen ist, die notwendig sind, wenn ein Ort über viele andere Orte, die in Raum und Zeit weit entfernt sind, Macht ausüben soll. Als ein Typ eines unveränderlich mobilen Elementes *unter anderen* hat es jedoch zu wenig Aufmerksamkeit erhalten. Geld wird verwendet, um alle Arten von Sachverhalten in genau derselben Weise zu kodieren, in der La Pérouse alle Orte mit Längengrad und Breitengrad kodierte. (Tatsächlich registrierte er in seinem Logbuch sowohl die Plätze auf der Karte als auch den Wert jedes Gutes, als sollte es an einem anderen Ort verkauft werden.) Auf diese Weise ist es möglich, alle diese Arten von Sachverhalten zu akkumulieren, zu zählen, zu zeigen und wieder zu verbinden. Geld ist weder mehr noch weniger »materiell« als Kartenzeichnen, technische Zeichnungen oder Statistiken.

Ist erst einmal sein gewöhnlicher Charakter erkannt, kann die »Abstraktion« des Geldes nicht länger das Objekt eines Fetischkults sein. Die Wichtigkeit der Kunst der Buchführung passt z.B. sowohl in der Ökonomie als auch in der Wissenschaft gut ins Bild. Geld als solches ist nicht interessant, sondern als eine Art unveränderlich mobiles Element, das Güter und Orte verbindet; es ist deshalb kein Wunder, dass es schnell mit anderen geschriebenen Inskriptionen wie Zahlen, Spalten und doppelter Buchführung verschmilzt (Roover 1963). Kein Wunder, dass es durch die Buchführung möglich ist, durch eine neue Kombination von Zahlen mehr zu verdienen (Braudel 1979; besonders Bd. 3; Chandler 1977). Hier sollte wieder nicht zu viel Betonung auf die Visualisierung von Zahlen per se gelegt werden; was man wirklich betonen sollte, ist die Kaskade mobiler Inskriptionen, die in einem Konto enden, was – buchstäblich – das Einzige ist, was zählt. Genau wie bei jeder wissenschaftlichen Inskription zieht der neue Buchhalter es im Zweifelsfalle vor, der Inskription zu glauben, gleichgültig, wie seltsam die Konsequenzen und kontraintuitiv das Phänomen erscheinen. Die Geschichte des Geldes ist also von denselben Trends ergriffen wie all die anderen unveränderlich mobilen Elemente; jede Innovation, die Geld beschleunigen kann, um seine Macht der Mobilisierung zu vergrößern, wird beibehalten: Schecks, Indossament, Papiergeld, elektronisches Geld. Dieser Trend hängt nicht von der Entwicklung des Kapitalismus ab. »Kapitalismus« ist im Gegenteil ein leeres Wort, solange nicht präzise materielle Instrumente vorgeschlagen werden, um Kapitalisierung überhaupt zu erklären, sei es die von Mustern, Büchern, Information oder Geld.

Folglich sollte der Kapitalismusbegriff nicht verwendet werden, um die Evolution von Wissenschaft und Technik zu erklären. Es scheint mir, als sollte es genau das Gegenteil sein. Wenn Wissenschaft und Technik in Begriffen von unveränderlich mobilen Elementen neu formuliert werden, wird es möglich, ökonomischen Kapitalismus als einen anderen Prozess von Mobilisierung und Konstriktion zu erklären. Die vielen Schwächen des Geldes weisen darauf hin; Geld ist ein hübsches, unveränderlich mobiles Element, das von einem Punkt zu einem anderen zirkuliert, jedoch sehr wenig bei sich trägt. Wenn das Ziel des Spiels darin besteht, genügend Verbündete an einem Ort zu akkumulieren, um den Glauben und das Verhalten aller anderen zu modifizieren, ist Geld eine schwache Ressource, solange es isoliert ist. Es wird nützlich, wenn es mit all den anderen Inskriptionsvorrichtungen verbunden wird; dann werden die verschiedenen Punkte der Welt tatsächlich in einer handhabbaren Form zu einem einzelnen Ort transportiert, der dann zu einem Zentrum wird. Genau wie bei Eisensteins Druckerpresse, die ein Faktor ist, der allen anderen erlaubt, miteinander zu verschmelzen, zählt nicht die Kapitalisierung des Geldes, sondern die Kapitalisierung aller kompatiblen Inskriptionen. Statt von Händlern, Prinzen, Wissenschaftlern, Astronomen und Ingenieuren zu

sprechen, die eine Art von Beziehung zueinander haben, scheint es mir produktiver zu sein, über »Berechnungszentren« zu sprechen. Die Währung, in der sie rechnen, ist weniger wichtig als die Tatsache, dass sie nur mit Inskriptionen kalkulieren und in diese Kalkulationen Inskriptionen, die aus den verschiedenartigsten Disziplinen kommen, hineinmischen. Die Berechnungen selbst sind weniger wichtig als die Art, in der sie zu Kaskaden zusammengestellt werden, und die bizarre Situation, in der der letzten Inskription mehr geglaubt wird als allem anderen. Geld ist per se sicher nicht der universelle Standard, den Marx und andere Ökonomen suchten. Diese Qualifikation sollte Berechnungszentren und der Besonderheit geschriebener Spuren gewährt werden, die schnelle Übersetzung zwischen einem Medium und einem anderen ermöglichen.

Viele Bemühungen wurden erbracht, um die Geschichte der Wissenschaft mit der Geschichte des Kapitalismus zu verbinden, und viele Bemühungen wurden erbracht, um den Wissenschaftler als Kapitalisten zu beschreiben. Alle diese Bemühungen (meine inbegriffen – Latour/Woolgar 1979: Kap. 5; Latour 1984a) waren von Anfang an zum Scheitern verurteilt, da sie eine Unterscheidung zwischen mentalen und materiellen Faktoren als gegeben ansahen, ein Artefakt unserer Ignoranz bezüglich Inskriptionen.<sup>17</sup> Es gibt keine Geschichte der Ingenieure, dann der Kapitalisten.

17 | Die Richtung, in die wir gehen, wenn wir solche Fragen stellen, ist sowohl von der der Wissenschaftssoziologie als auch von der der kognitiven Wissenschaften ziemlich verschieden (besonders wenn sie beide wie in Meys Synthese [1982] zu verschmelzen versuchen). Zwei jüngere Versuche wurden unternommen, um die feinen Strukturen der kognitiven Fähigkeiten mit der Sozialstruktur zu verbinden. Der erste verwendet Hesses Netzwerke und Kuhns Paradigmen (Barnes 1982), der zweite Wittgensteins »Sprachspiele« (Bloor 1983). Diese Versuche sind interessant, aber sie versuchen noch immer eine Frage zu beantworten, die der vorliegende Artikel zurückzuweisen wünscht: wie kognitive Fähigkeiten mit unseren Gesellschaften verbunden sind. Die Frage (und folglich die verschiedenen Antworten) geht von der Idee aus, dass der Stoff, aus dem Gesellschaft gemacht ist, irgendwie verschieden ist von dem unserer Wissenschaften, unserer Bilder und unserer Information. Das Phänomen, auf das ich mich konzentrieren möchte, unterscheidet sich etwas von jenen von Barnes und Bloor. Wir haben es mit einem einzelnen ethnographischen Rätsel zu tun: Einige Gesellschaften – tatsächlich sehr wenige – werden durch Kapitalisierung im großen Stil gebildet. Die Obsession mit schnellen Verlagerungen und stabilen Invarianzen, starken und sicheren Verbindungen, ist nicht Teil unserer Kultur oder durch soziale Interessen »beeinflusst«; sie ist unsere Kultur. Zu oft suchen Soziologen nach indirekten Beziehungen zwischen »Interessen« und »technischen« Details. Der Grund für ihre Blindheit ist einfach: Sie begrenzen die Bedeutung von »sozial« auf die Gesellschaft, ohne zu erkennen, dass die Mobilisierung von Verbündeten und im Allgemeinen die Transformation schwacher Assoziationen in starke auch die Bedeutung von »sozial« ist. Wieso nach weit hergeholt

dann eine der Wissenschaftler, dann eine der Mathematiker, dann eine der Wirtschaftswissenschaftler. Es gibt vielmehr eine einzige Geschichte dieser Berechnungszentren. Es ist nicht nur, weil sie auf Karten, in Kontobüchern, Zeichnungen, Rechtstexten und Akten exklusiv aussehen, dass Kartographen, Händler, Ingenieure, Juristen und Bauingenieure den anderen überlegen sind. Es ist, weil alle diese Inskriptionen überlagert, neu gemischt, neu verbunden und zusammengefasst werden können und dass vollkommen neue Phänomene auftauchen, vor den anderen Leuten verborgen, von denen diese Inskriptionen erhoben worden waren.

Präziser ausgedrückt: Wir sollten mit dem Konzept und dem empirischen Wissen dieser Berechnungszentren in der Lage sein zu erklären, wie unbedeutende Menschen, die nur mit Papier und Zeichen arbeiten, die mächtigsten von allen werden. Papier und Zeichen sind unglaublich schwach und zerbrechlich. Deshalb erscheint es zuerst grotesk, irgendetwas mit ihnen erklären zu wollen. La Pérouses Karte ist nicht der Pazifik, genauso wenig wie Watts Zeichnungen und Patente die Maschinen sind oder die Wechselkurse der Bankiers die Ökonomien oder die Theoreme der Topologie die »echte Welt«. Das ist genau das Paradoxon. Indem man nur auf Papier arbeitet, an zerbrechlichen Inskriptionen, die sehr viel weniger sind als die Dinge, aus denen sie extrahiert sind, ist es doch möglich, alle Dinge und alle Menschen zu dominieren. Was für alle anderen Kulturen unbedeutend ist, wird zum wichtigsten, zum einzig wichtigen Aspekt der Realität. Der Schwächste wird durch die obsessive und exklusive Manipulation aller möglichen Arten von Inskriptionen zum Stärksten. Dies ist das Verständnis von Macht, zu dem wir gelangen, wenn wir dem Thema von Visualisierung und Kognition in aller Konsequenz folgen. Wenn man verstehen möchte, was Dinge zusammenzieht, muss man sich anschauen, was Dinge zusammen zeichnet.

## Literatur

- Alpers, S. (1983): *The Art of Describing: Dutch Art in the 17th Century*, Chicago: University of Chicago Press.
- Arnheim, R. (1969): *Visual Thinking*, Berkeley: University of California Press.
- Augé, M. (1975): *Théorie des pouvoirs et idéologie*, Paris: Hermann.
- Bachelard, G. (1934): *Le nouvel esprit scientifique*, Paris: PUF.
- Bachelard, G. (1967): *La formation de l'esprit scientifique*, Paris: Vrin.
- Barnes, B. (1982): *T.S. Kuhn and Social Science*, London: Macmillan.

Verbindungen suchen, wenn technische Details der Wissenschaft direkt von Invarianz, Assoziation, Verlagerung, Unveränderbarkeit usw. sprechen (Law 1986; Latour 1984b; Callon/Law/Rip 1986)?

- Baynes, K./Push, F. (1981): *The Art of the Engineer*, Guildford, Sussex: Lutterworth Press.
- Beniger, J. (1986): *The Control Revolution*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Bertin, J. (1973): *Sémiologie graphique*, Paris: Mouton.
- Block, N. (Hg.) (1981): *Imagery*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Bloor, D. (1976): *Knowledge and Social Imagery*, London: Routledge.
- Bloor, D. (1983): *Wittgenstein and the Social Theory of Knowledge*, London: Macmillan.
- Booker, P.J. (1982): *A History of Engineering Drawing*, London: Northgate Publishing Co.
- Bourdieu, P. (1972): *Esquisse d'une théorie de la pratique*, Genève: Droz.
- Braudel, F. (1979): *Civilisation matérielle et capitalisme*, Paris: Armand Colin.
- Callon, M./Latour, B. (1981): »Unscrewing the Big Leviathan«. In: K. Knorr-Cetina/A.V. Cicourel (Hg.), *Toward an Integration of Micro- and Macro-Sociologies*, London: Routledge, S. 277-303.
- Callon, M./Law, J./Rip, A. (Hg.) (1986): *Qualitative Scientometrics: Studies in the Dynamics of Science*, London: Macmillan.
- Chandler, A.D. (1977): *The Visible Hand*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Cicourel, A.V. (1981): »Notes on the Integration of Micro and Macro Levels«. In: K. Knorr-Cetina/A.V. Cicourel (Hg.), *Toward an Integration of Micro- and Macro-Sociologies*, London: Routledge, S. 51-80.
- Clanchy, M.T. (1979): *From Memory to Written Records 1066-1300*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Cochrane, R.X. (1966): *Measure for Progress. A History of the National Bureau of Standards*, Washington, D.C.: U.S. Bureau of Commerce.
- Cole, J./Scribner, S. (1974): *Culture and Thought. A Psychological Introduction*, New York: John Wiley and Sons.
- Constant, E.W. (1983): »Scientific Theory and Technological Testability. Science, Dynamometer and Water Turbine in the 19th Century«. In: *Technology and Culture* 24/2, S. 183-198.
- Dagognet, F. (1969): *Tableau et langages de la chimie*, Paris: Le Seuil.
- Dagognet, F. (1973): *Écriture et iconographie*, Paris: Vrin.
- Deforges, Y. (1981): *Le graphisme technique*, Le Creusot: Editions Champs-Vallon.
- de Mey, M. (1982): *The Cognitive Paradigm*, Dordrecht: D. Reidel.
- Derrida, J. (1967): *De la grammatologie*, Paris: Editions de Minuit.
- Drake, S. (1970): *Galileo Studies*, Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Edgerton, S. (1976): *The Renaissance Discovery of Linear Perspective*, New York: Harper and Row.
- Edgerton, S. (1980): »The Renaissance Artist as a Quantifier«. In: M.A. Hagen (Hg.), *The Perception of Pictures*, Bd. 1, New York: Academic Press, S. 179-212.

- Eisenstein, E. (1979): *The Printing Press as an Agent of Change*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Fabian, J. (1983): *Time and the Other: How Anthropology Makes its Object*. New York: Columbia University Press.
- Ferguson, E. (1977): »The Mind's Eye. Nonverbal Thought in Technology«. In: *Science* 197, S. 827ff.
- Ferguson, E. (1985): »La fondation des machines modernes: des dessins«. In: B. Latour (Hg.), *Les »vues« de l'esprit*, Sonderausgabe von *Culture Technique*, S. 183-208.
- Foucault, M. (1963): *Naissance de la clinique: une archéologie du regard médical*, Paris: PUF.
- Foucault, M. (1966): *Les mots et les choses*, Paris: Gallimard.
- Foucault, M. (1976): *Überwachen und Strafen. Die Geburt des Gefängnisses*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Fourquet, M. (1980): *Les comptes de la puissance*, Paris: Encres.
- Garfinkel, H. (1967): *Studies in Ethnomethodology*, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Gille, B. (1980): *Les ingénieurs grecs*, Paris: Le Seuil.
- Ginzburg, C. (1980): »Signes, traces, pistes«. In: *Le Débat* 6, S. 2-44.
- Goody, J. (1977): *The Domestication of the Savage Mind*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Hagen, M.A. (1980): *The Perception of Pictures*, Tome I und II, New York: Academic Press.
- Hanson, N.R. (1962): *Perception and Discovery. An Introduction to Scientific Inquiry*, San Francisco: W.H. Freeman.
- Havelock, E.B. (1980): *Aux origines de la civilisation écrite en occident*, Paris: Maspero.
- Hills, R./A.J. Pacey (1982): »The Measurement of Power in Early Steam Dream Textile Mills«. In: *Technology and Culture* 13/1, S. 25ff.
- Hollis, M./Lukes, S. (Hg.) (1982): *Rationality and Relativism*, Oxford: Blackwell.
- Horton, R. (1977): »African Thought and Western Science«. In: B. Wilson (Hg.), *Rationality*, Oxford: Blackwell, S. 153-187.
- Horton, R. (1982): »Tradition and Modernity Revisited«. In: M. Hollis/S. Lukes (Hg.), *Rationality and Relativism*, Oxford: Blackwell, S. 201-260.
- Hughes, T. (1979): »The System-Builders«. In: *Technology and Culture* 20/1, S. 124-161.
- Hunter, P. (1980): »The National System of Scientific Measurement«. In: *Science* 210, S. 869-874.
- Husserl, E. (1954/1962): *L'origine de la géométrie*, Paris: PUF.
- Hutchins, E. (1980): *Culture and Inference: a Trobriand Case Study*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

- Ivins, W.M. (1953): *Prints and Visual Communications*, Cambridge, Mass.: Harvard University.
- Ivins, W.M. (1973): *On the Rationalization of Sight*, New York: Plenum Press.
- Kidder, T. (1981): *The Soul of a New Machine*, London: Allen Lane.
- Koyré, A. (1966): *Etudes galiléennes*, Paris: Hermann.
- Knorr, K.D. (1981): *The Manufacture of Knowledge*, Oxford: Pergamon Press.
- Knorr, K.D./Cicourel, A.V. (Hg.) (1981): *Toward an Integration of Micro- and Macro-Sociologies*, London: Routledge.
- Landes, D. (1983): *Revolution in Time: Clocks and the Making of the Modern World*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- La Pérouse, J.F. de (o.J.): *Voyages autour du monde*, Paris: Michel de l'Orme-raie.
- Latour, B. (1983): »Comment redistribuer le grand partage?«. In: *Revue Internationale de Synthèse* 104/110, S. 202-236.
- Latour, B. (1984a): »Le dernier des capitalistes sauvages, interview d'un biochimiste«. In: *Fundamenta Scientiae* 4 (3/4), S. 301-327.
- Latour, B. (1984b): *Les microbes: guerre et paix suivi des irreductions*, Paris: Métailié.
- Latour, B. (1985): »Les »vues« de l'esprit«, Sonderausgabe von *Culture Technique*.
- Latour, B. (1987): *Science in Action*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Latour, B. (1988a): *The Pasteurization of France*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Latour, B. (1988b): *A Relativistic Account of Einstein's Relativity*, Cambridge Mass.: Harvard University Press.
- Latour, B./Bastide, F. (1983): »Essai de Science-Fabrication«. In: *Etudes Françaises* 19, numéro spécial sur la littérature scientifique, S. 11-132.
- Latour, B./Woolgar, S. (1979/1986): *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*, London: Sage. (1986, 2. Aufl., Princeton: Princeton University Press.)
- Lave, J. (1986): »The Values of Quantification«. In: J. Law (Hg.), *Power, Action and Belief: a New Sociology of Knowledge?*, London: Routledge and Kegan Paul, S. 88-111.
- Lave, J. (1988): *Cognition in Practice*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Lave, J./Murtaugh, M./De La Rocha, O. (1984): »The Dialectic of Arithmetic in Grocery Shopping«. In: B. Rogoff/J. Lave (Hg.), *Everyday Cognition: Its Development in Social Context*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, S. 9-40.
- Law, J. (1983): »Enrôlement et contre-enrôlement. Les luttes pour la publication d'un article scientifique«. In: *Social Science Information* 22/2, S. 237-251.

- Law, J. (1985): »Les textes et leurs allies«. In: B. Latour (Hg.), »Les >vues< de l'esprit«, Sonderausgabe von *Culture Technique*, S. 58-70.
- Law, J. (1986): »On the Methods of Long-distance Control. Vessels, Navigations and the Portuguese Route to India«. In: J. Law (Hg.), *Power, Action and Belief: a New Sociology of Knowledge?*, London: Routledge and Kegan Paul, S. 234-263.
- Leroi-Gourhan, A. (1964): *Le geste et la parole*, Paris: Albin Michel.
- Lévi-Strauss, C. (1962): *La pensée sauvage*, Paris: Plon.
- Livingston, E. (1986): *An Ethnomethodological Investigation of the Foundations of Mathematics*, London: Routledge and Kegan Paul.
- Lynch, M. (1985a): »Discipline and the Material Form of Images. An Analysis of Scientific Visibility«. In: *Social Studies of Science* 15, S. 37-66.
- Lynch, M. (1985b): *Art and Artefact in Laboratory Science*, London: Routledge and Kegan Paul.
- McNeill, W. (1982): *The Pursuit of Power: Technology, Armed Forces and Society since A.D. 1000*, Chicago: University of Chicago Press.
- Mukerji, S. (1983): *From Graven Images. Patterns of Modern Materialism*, New York: Columbia University Press.
- Ong, W. (1971): *Rhetoric, Romance and the New Technology*, Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Ong, W. (1982): *Orality and Literacy. The Technologizing of the World*, London: Methuen.
- Perret-Clermont, A.N. (1979): *La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale*, Berne: Peter Lang.
- Piaget, J./Garcia, R. (1983): *Psychogenèse et histoire des sciences*, Paris: Flammarion.
- Pinch, T.J. (1985): »Toward an Analysis of Scientific Observations. The Externality of Evidential Significance of Observational Reports in Physics«. In: *Social Studies of Science* 15, S. 7-37.
- Redondi, P. (1980): *L'accueil des idées de Sadi Carnot. De la légende à l'histoire*, Paris: Vrin.
- Roover, R. de (1963): *The Rise and Decline of the Medici Bank*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Rudwick, M. (1976): »The Emergence of a Visual Language for Geological Sciences: 1760-1840«. In: *History of Science* 14, S. 148-195.
- Serres, M. (1980): *Le passage du Nord-Ouest*, Paris: Editions de Minuit.
- Serres, M. (1982): *Hermes*, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Shapin, S. (1984): »Pump and Circumstance. Robert Boyle's Literary Technology«. In: *Social Studies of Science* 14, S. 481-521.
- Simon, H. (1982): »Cognitive Processes of Experts and Novices«. In: *Cahier de la Fondation Archives Jean Piaget* 2/3, S. 154-178.
- Sohn-Rethel, A. (1978): *Manual and Intellectual Labor. A Critique of Epistemology*, London: Macmillan.

- Star, S.L. (1983): »Simplification in Scientific Work. An Example from Neuroscience Research«. In: *Social Studies of Science* 13, S. 205-228.
- Star, S. L./Griesemer, J.R. (1989): »Institutional Ecology. >Translations<, and Boundary Objects. Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-1939«. In: *Social Studies of Science* 19, S. 387-420.
- Uselding, P. (1981): »Measuring Techniques and Manufacturing Practice«. In: O. Mayr/R. Post (Hg.), *Yankee Enterprise*, Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press, S. 103-123.
- Wheeler, J. (1969): *On Record Files and Dossiers in American Life*, New York: Russell Sage Foundation.
- Zerubavel, E. (1982): »The Standardization of Time. A Sociohistorical Perspective«. In: *American Sociological Review* 88/1, S. 1-29.