

Projektion. Ein Vorschlag zur anthropologischen Fundierung der Diagrammatik

Nils Kasper

Diagramme begegnen uns im Alltag unentwegt, sie sind uns beinahe so vertraut wie die Bilder der Reklame. Wer täglich die Nachrichten verfolgt, ist daran gewöhnt, die Wetteraussichten der kommenden Tage einer Wetterkarte zu entnehmen. Regelmäßig vor den Wahlen lassen wir uns von den Umfrageergebnissen durch Balkendiagramme überzeugen und die Sitzverteilung der Parteien im Bundestag führt uns ein Tortendiagramm vor Augen. Manch einen versetzt jeden Tag aufs Neue das Geschehen an der Börse in helle Aufregung. Aber die gezackten Kurven, Spiegel der Nervosität der Märkte, verschaffen auch Beruhigung. Denn sie versprechen, über die hektischen Tagesereignisse hinaus, vorsichtige Prognosen. Mit Navigationsgeräten und mit Karten navigieren wir durch Innenstädte und zu Fuß durch Shopping Malls. An all dem lässt sich gut erkennen, dass die geläufige Verwendung von Diagrammen längst keine Angelegenheit mehr ist, die wenigen Experten vorbehalten wäre; Geographen, Militärs, Statistikern und Mathematikern etwa. Wir alle haben in der Schule irgendwann einmal gelernt, den Atlas zu gebrauchen, Statistiken zu interpretieren und geometrische Probleme mit Papier und Bleistift zu lösen. Doch dass Diagramme einst mit veritablen epistemologischen Abenteuern in Verbindung gestanden haben oder stehen könnten, kommt in der alltäglichen Wahrnehmung selten vor. Ihr Gebrauch als ein bequemes Mittel zur Datenvisualisierung hat die ehemals vornehmste Funktion des Diagramms, nämlich die explorative Funktion, deutlich in den Hintergrund gedrängt. Die Konventionalität der ikonischen Darstellungsmittel und die starke Normierung ihrer Deutung, die beide eher für das Medium Bild charakteristisch sind, tragen gemeinsam dazu bei, die explorativen und damit auch die problematischen Aspekte am Diagramm zu verdecken. Vielleicht sollte man aus diesem Grund unter medientypologischem Gesichtspunkt Schaubilder und Infographiken auch nicht im engeren Sinne als Diagramme einordnen, sondern als *Bilder von Diagrammen*.

Wollten wir uns indessen das riskante und manchmal abenteuerliche Unterfangen vergegenwärtigen, das es bedeutet, auf Diagramme als Werkzeuge des Denkens angewiesen zu sein, dann könnten wir uns gedanklich in einen Seefahrer hineinversetzen. In den Kapitän eines kleinen Segelbootes, der auf hoher See mit der Aufgabe konfrontiert ist, den Kurs zu bestimmen. Um ihn herum nichts als der flache Ozean, ohne jeden visuellen Anhaltspunkt. Das Einzige, worauf er in dieser Lage zurückgreifen kann, sind die Messdaten, die seine Instrumente regelmäßig ausgeben – und eine Karte. Tapfer überträgt er die Daten auf das Kartenblatt, bestimmt seine augenblickliche Position und legt mit Zirkel, Winkelmesser und Lineal den Kurs fest. Mit geradezu schwindelerregendem Vertrauen in seine Repräsentation löst er das Orientierungsproblem auf hoher See und gelangt auf diese Weise sicher in den nächsten Hafen. Das Navigieren zur See, lässt sich wohl ohne Übertreibung behaupten, ist der Ernstfall diagrammgestützten Schließens. Der Philosoph und Logiker Charles S. Peirce, der den Großteil seines beruflichen Lebens bei einer nordamerikanischen Vermessungsbehörde beschäftigt und daher mit der Herstellung von See- und Festlandkarten professionell vertraut war, hat die Epistemologie diagrammgestützten Schließens zu einem zentralen Thema seiner philosophischen Arbeit gemacht. Er nannte diese Erkenntnispraxis *diagrammatic reasoning* und wies darin vier grundlegende Handlungsabschnitte nach, die funktional auf einander bezogen sind:¹ Das diagrammatische Denken beginne (1) mit der Konstruktion eines ikonischen Zeichens, dessen visuelle Merkmale die wesentlichen bekannten Struktureigenschaften des Referenzgegenstandes oder -sachverhaltes nachbilden. Angestrebt wird damit also keine Ähnlichkeitsbeziehung in einem umfassenden Sinne, sondern eine reduzierte Darstellung von den Relationen der Teile. Hieran anschließend werde das Diagramm (2) auf kontrollierte Weise hinsichtlich einzelner Merkmale deformiert. Peirce spricht bezüglich dieses Verfahrensschrittes ausdrücklich von einer experimentellen Aktivität, die (3) mit einer spezifischen Art der Beobachtung einhergehe. Das Ziel der Diagrammexperimente sei es, neue Relationen hervorzukehren und damit ein Wissen zu generieren, das nicht schon in die anfängliche Konstruktion des Diagramms investiert worden war. Diagrammatisches Denken ist also, das macht dieser Verfahrensschritt deutlich, im günstigen Falle epistemisch produktiv. Zu guter Letzt werden (4) die neu entdeckten Relationen im Hinblick auf den Referenzgegenstand interpretiert. Diagrammexperimente erweitern also immer, sofern diese gelingen, unser Wissen über den diagrammatisierten Sachverhalt.

Peirce knüpfte an seine epistemologische Entdeckung, die ihm mit dem Nachweis des *diagrammatic reasoning* gelungen war, denkbar weitreichende Behauptungen. Er sah in dieser Erkenntnisteknik nicht bloß eine wissenschaftliche Methode unter vielen anderen, sondern hielt sie für geradezu elementar. Es leuchtet unmittelbar ein, dass er dabei zunächst die Mathematik im Auge hatte. Allerdings dachte er nicht nur an einzelne Problemlöse- und Beweisverfahren, sondern an das mathematische Denken schlechthin, wie in Äußerungen von der Art „all

¹ Vgl. Charles S. Peirce, „[Parts of Carnegie Application] (L 75).“ In: Ders.: *The New Elements of Mathematics*. Bd. 4, hg. v. Carolyn Eisele, The Hague/Paris/Atlantic Highlands N.J. 1976, S. 13-73, hier S. 47f.

mathematical reasoning is diagrammatic“ und „mathematical truth is derived from observation of creations of our own visual imagination, which we may set down on paper in form of diagrams“ deutlich wird.² Er ging sogar noch weit über den Bezirk der Mathematik hinaus, wo er konstatiert „[a]ll necessary reasoning without exception is diagrammatic“ und dies mit der Begründung stützt, wonach die Notwendigkeit im Schließen letztlich von der Art der mathematischen Notwendigkeit sei: „[A]ll necessary reasoning is of the nature of mathematical reasoning. It is always diagrammatic in a broad sense [...]“.³ Das bedeutet, dass nach Peirces Überzeugung ein sehr weites Spektrum wissenschaftlicher Disziplinen in erkenntnispraktischer Hinsicht auf derselben Grundlage beruht, die mit dem Begriff des diagrammatischen Denkens umrissen ist. Ausdrücklich eingeschlossen sind neben der Mathematik auch die formale Logik, die Kartographie, Physik, Chemie sowie grundsätzlich alle anderen mathematisierten Natur- und Sozialwissenschaften.

Angesichts einer derart anspruchsvollen These ist die Frage erlaubt, woher das diagrammatische Denken kommt. Unter den zahlreichen wissenschaftsgeschichtlichen Belegen, die Peirce anführt, verweisen diejenigen, die historisch am weitesten zurückreichen, allesamt auf die Euklidische Geometrie.⁴ Und tatsächlich haben auch wir heute in dieser Frage nicht viel mehr in den Händen als die Überlieferung der *Elemente*, vage Hinweise auf Thales, Pythagoras und andere mögliche Wegbereiter Euklids sowie eine Handvoll einschlägiger Passagen bei Platon und Aristoteles. Müssen wir uns die Sache also in der Weise vorstellen, dass das diagrammatische Denken mit dem Aufkeimen der Mathematik und der Wissenschaften in der griechischen Kultur entstanden ist und sich, von glücklichen Umständen der Überlieferung begünstigt, seither in eine Vielzahl inhaltlich verschiedener Regionen des Wissens hinein aufgefächert hat? Dies würde allerdings sehr lange und ununterbrochene Ketten der Überlieferung voraussetzen. Außerdem spricht dagegen wohl die Tatsache, dass Praktiken normalerweise auf anderen Wegen weitergegeben werden als das deklarative Wissen in einer Schriftkultur. Könnte es stattdessen nicht sein, dass das diagrammatische Denken von bestimmten anthropologischen Bedingungen getragen wird, die seine geschichtliche Weitergabe gleichsam von außen her absichern und damit zugleich der Möglichkeit Raum lassen, dass es an verschiedenen Orten und zu unterschiedlichen Zeiten mehrfach wiederentdeckt worden sein könnte? Ist es nicht vorstellbar, dass das diagrammatische Denken demnach als eine methodische Stilisierung und Organisationsfigur dieser anthropologischen Erkenntnisbedingungen aufzufassen wäre? Mit dem Begriff Diagramm bezieht sich Peirce im Kontext des diagrammatischen Denkens in erster Linie auf flache, visuell vorstellbare oder wahrnehmbare graphische Darstellungen,⁵ und

² Vgl. ebd., S. 47; CP 2.77.

³ Vgl. CP 5.162; Charles S. Peirce, „Lectures on Pragmatism, Lecture II (302, 303)“. In: Ders.: *The New Elements of Mathematics*. Bd. 4, hg. v. Carolyn Eisele, The Hague/Paris/Atlantic Highlands N.J. 1976, S. 149-166, hier S. 164.

⁴ Vgl. z.B. CP 2.55; Charles S. Peirce, „On the Algebra of Logic. A Contribution to the Philosophy of Notation“. *American Journal of Mathematics* 7, 2 (Jan. 1885), S. 180-196; 7,3 (Apr. 1885), S. 197-202, hier S. 181; CP 4.233; CP 4.616.

⁵ Vgl. Charles S. Peirce, „(PAP) (293) [Prolegomena for an Apology to Pragmatism]“. In: Ders.: *The New Elements of Mathematics*. Bd. 4, hg. v. Carolyn Eisele, The Hague/Paris/Atlantic Highlands N.J.

der zweite Verfahrensschritt in dieser Erkenntnisteknik impliziert sehr deutlich eine Beteiligung der Hände, wie wir dem Beispiel des Kapitäns schon entnehmen konnten, der mithilfe graphischer Manipulationen auf der papiernen Oberfläche eines Kartenblatts sein Orientierungsproblem zu lösen vermochte. Das diagrammatische Schließen wäre demnach eine spezifische Ausprägung des *Denkens mit Augen und Händen*. Peirce selber hat in einer der zahlreichen Erläuterungen, die er zum *diagrammatic reasoning* gegeben hat, eine solche Deutung mit der Bemerkung nahegelegt, „reasoning is not done by the unaided brain, but needs the cooperation of the eyes and hands.“⁶ In dieser Fähigkeit, buchstäblich mit Augen und Händen denken zu können, hat der Philosoph und Kognitionswissenschaftler Daniel Dennett den geradezu entscheidenden Faktor für die Evolution der menschlichen Intelligenz ausgemacht:

Unser Gehirn ist ein wenig größer als das unserer nächsten Verwandten (allerdings nicht größer als das Gehirn mancher Delphine und Wale), aber das ist mit ziemlicher Sicherheit nicht die Ursache unserer größeren Intelligenz. Der wichtigste Grund, so mein Vorschlag, ist unsere Gewohnheit, so viel wie möglich von unseren Kognitionsaufgaben auf die Umwelt selbst *abzuwälzen* – wir verlagern unseren Geist (das heißt unsere geistigen Ziele und Tätigkeiten) in die Welt um uns herum, wo zahlreiche von uns konstruierte Peripheriegeräte unsere gedanklichen Inhalte speichern, weiterverarbeiten und erneut repräsentieren können, wodurch die Umwandlungsprozesse, die tatsächlich unser Denken darstellen, rationalisiert, verstärkt und geschützt werden. Diese weitverbreitete Praxis des Abwälzens befreit uns von den Beschränkungen unseres Tiergehirns.⁷

Praktisch allen Belegen für Dennetts These, die er etwas lakonisch unter dem Titel „Dinge zum Denken“ zusammenfasst, liegt, bemerkt oder auch unbemerkt von ihm, eine flächenhafte Verräumlichung epistemischer Sachverhalte zugrunde: Dem Anordnen von Schachteln in einer Reihe, um eine Suchaufgabe zu lösen, dem Ausrechnen einer Multiplikationsaufgabe mit Papier und Bleistift, dem Zeichnen von Diagrammen auf einer Schultafel oder mit einem Stock auf dem Erdboden, um Informationen „auf diese Weise irgendeiner einem bestimmten Zweck dienenden Wahrnehmungsfähigkeit zugänglich“ zu machen, der Fotografie und anderen Beobachtungs- und Aufzeichnungsmitteln im Dienst der Naturwissenschaften, der Benutzung von Landkarten, um den Entstehungsherd einer sich zentrifugal ausbreitenden Epidemie zu bestimmen oder der räumlichen Wiedergabe von

1976, S. 313-330, hier S. 317; Charles S. Peirce, „Sketch of a New Philosophy (928)“. In: Ders.: *The New Elements of Mathematics*. Bd. 4, hg. v. Carolyn Eisele, The Hague/Paris/Atlantic Highlands N.J. 1976, S. 375-379, hier S. 375.

⁶ Vgl. Peirce an J.M. Hantz, 29. März 1887, zit. n.: Kenneth Laine Ketner, „The Early History of Computer Design. Charles Sanders Peirce and Marquand's Logical Machines“. *The Princeton University Library Chronicle* 45, 3 (1984), S. 187-224, hier S. 209.

⁷ Daniel C. Dennett, *Spielarten des Geistes. Wie erkennen wir die Welt? Ein neues Verständnis des Bewußtseins*. a.d. Amerikan. übers. v. Sebastian Vogel, München 1999, S. 162. [Hervorh. i. Orig.]

Zeitverläufen mit den zahllosen konventionellen Mitteln unseres Alltags und insbesondere den graphischen Darstellungen der Wissenschaft.⁸ Allerdings beschränkt sich dieses Abwälzen, von dem Dennett hier spricht, nicht auf Medien oder Repräsentationen allein – ein Gedanke, der im Hinblick auf die Proliferation ‚flacher‘ Medien (Bilder, Texte, Karten, Benutzeroberflächen etc.) naheliegen könnte. Das Verhalten, gedankliche Inhalte und Prozesse auf leibnah angesiedelte Oberflächen auszulagern, setzt gerade nicht notwendigerweise voraus, dass diese Oberflächen repräsentationaler Art sein müssen. Um uns davon zu überzeugen, brauchen wir nur an bestimmte Oberflächen zu denken wie Werkbänke, Labor- und Schreibtische, an Arbeitsflächen in der Küche oder den Fußboden vor uns, der z.B. während der Montage eines Möbelstücks der Ort ist, in den wir Teile unserer Denkhandlungen auslagern. Das Werkzeug und die Materialien, die in einer spezifischen Anordnung parat liegen, die Utensilien in der Küche und die Gefäße, Pipetten und Präparate auf dem Labortisch sind im Kontext der jeweiligen Problemlösungssituation keine Repräsentationen für irgendetwas anderes, sondern ganz einfach die Dinge, mit denen wir umgehen und auf die sich unser Denken und Handeln bezieht. Durch die Praktiken des Anordnens, Gruppierens und Paratlegens entlasten wir unser prozedurales Gedächtnis, indem wir bestimmte Handlungsmöglichkeiten begünstigen und andere ausschließen, unterstützen die Wahrnehmung aufgabenrelevanter Details und blenden andere Merkmale ab oder zerlegen ein kompliziertes Problem in jeweils für sich leicht zu bewältigende Teilaufgaben.⁹ Verhalten spielt sich immer im Raum ab und Dinge müssen irgendwo im Raum platziert werden. Das macht die Umgebung des Körpers zu einer wertvollen kognitiven Ressource.¹⁰ Wenn wir eine schwierige Aufgabe lösen sollen, der wir aus dem Stegreif nicht gewachsen sind, dann stehen uns grundsätzlich zwei Wege der Anpassung offen: Entweder wir trainieren unsere geistigen Fähigkeiten, also z.B. das Gedächtnis, unsere analytische Leistungsfähigkeit oder etwa das Vermögen, die Vorstellung räumlicher Objekte vor dem inneren, geistigen Auge zu transformieren, oder wir entwickeln effiziente Strategien, die uns dabei helfen, das Problem so umzuwandeln, dass seine Auflösung in die Reichweite unserer geistigen Kräfte rückt. Von der letzteren der beiden Möglichkeiten scheint die Evolution der Intelligenz in erheblichem Umfang Gebrauch gemacht zu haben. Die räumliche Umgebung des Körpers ist eine kognitive Ressource, die der Mensch auf vielfältige Weise dazu einsetzt, seine geistigen Inhalte und Prozesse abzustützen. Unsere Intelligenz ist darum auch keine Eigenschaft, die allein dem Kopf oder Gehirn innewohnt, sondern sie ist zu einem beträchtlichen Teil buchstäblich um uns herum verteilt. Auch wenn wir nicht immer Notiz davon nehmen, so gehen doch sehr viele unserer regulären geistigen Handlungen routiniert einher mit einer bestimmten Art des Raumverhaltens.

Die These, die auf den nachfolgenden Seiten entfaltet werden soll, fasst die skizzierten Beobachtungen zusammen: Der menschliche Geist besitzt die erstaunliche Gabe, Inhalte seines Denkens nach außen zu verlagern und so das Maß an

⁸ Vgl. ebd., S. 164, 167f., 170, 172, 173, 174f. (In der Reihenfolge ihrer Nennung.)

⁹ Vgl. David Kirsh, „The intelligent use of space“. *Artificial Intelligence* 73 (1995), S. 31-68, hier S. 43-65.

¹⁰ Vgl. ebd., S. 34.

kognitiver Kontrolle über diese Inhalte beträchtlich zu steigern. Gemeint ist mit diesem Vorgang, der im Folgenden als Projektion bezeichnet wird, nicht die transzendentalphilosophische Idee zur Synthese von Begriff und Anschauung, der schon wegen ihres prinzipiellen (apriorischen) Charakters nicht zu entkommen wäre, sondern eine durchaus wählbare, in ihren Manifestationen flexible und vielgestaltige Technik. Am Grunde dieses variantenreichen Phänomens aber zeigt sich eine bemerkenswerte Kontinuität, in historischer wie kultureller Dimension: Projektionen des Geistes haben immer die Struktur markierter Oberflächen, die in Leibnähe angesiedelt sind. Sie sind Ausdruck für ein Potential, das die humane Intelligenz bestimmt und sie geradezu als menschliche auszeichnet. Worum es dabei geht, ist eine grundlegende Form der Verfügbarmachung, die dem diagrammatischen Denken vorausliegt. In kulturgeschichtlicher Perspektive lassen sich die Phänomene diagrammatischen Denkens insofern als Kultivierungsformen dieses allgemeineren geistigen Vermögens deuten.

Die Projektionsthese ist, so einleuchtend oder trivial sie vielleicht erscheinen mag, keineswegs unstrittig. Von philosophischer Seite werden sogleich Einwände laut, die sich immerhin auf Martin Heidegger berufen können. Wenn nun in einem ersten Schritt Heideggers Neuzeitinterpretation in wenigen, ausgewählten Grundzügen erörtert werden wird, dann geschieht dies in der Absicht, dem Projektionsbegriff hinsichtlich seiner Geltung Konturen zu verleihen. Ist aber der Anwendungsbereich einmal mit hinreichender Klarheit umrissen, so werden wir leicht erkennen können, dass wir das Projektionsvermögen als eine erstrangige Anthropotechnik einzuordnen haben. Der Projektionsbegriff hat bereits eine lange Tradition hinter sich. Ein Seitenblick in die Begriffsgeschichte macht daher im zweiten Schritt von der Gelegenheit Gebrauch, Anknüpfungspunkte offenzulegen, die sich für den vorliegenden Fundierungsvorschlag als ausbaufähig erweisen könnten. Und der letzte Teil schließlich gilt dem Flächensinn des Geistes, einer der beiden Komponenten des Projektionsvermögens. Anhand einiger Fallbeispiele aus der Wissenschaftsgeschichte wird zu zeigen sein, was es inhaltlich hiermit auf sich hat.

I. Projektion, eine Anthropotechnik

Beginnen wir also mit Martin Heideggers philosophiegeschichtlich überaus einflussreichen Thesen jene Umwälzungsprozesse betreffend, die nach allgemeinem Dafürhalten am Beginn der Neuzeit stattgefunden haben. In der Epoche der Neuzeit, also nach anthropologischen Maßstäben gerechnet eher spät, sah Heidegger bekanntlich einen Menschentypus auftreten, der so radikal verschieden gewesen sein soll von allen Homininen vor ihm, dass überhaupt erst diesem rechtens der Titel Subjekt zugesprochen werden könne. Subjekt nämlich sei der neuzeitliche Mensch insoweit, als er sich am Grunde seines Wesens als „vorstellend-herstellenden Menschen“ begreift und sich gegenüber allem, was der Fall sein mag, in

entsprechender Weise verhält.¹¹ Das Beiwort „vorstellend-herstellend“ bezieht sich auf die kognitive Basisoperation des menschlichen Geistes, Inhalte seines Denkens durch Repräsentationen zu vergegenständlichen, um sich diese Inhalte buchstäblich als Gegenstände, d.h. als von den ineinanderfließenden inneren Bewusstseinszuständen abgelöste und in der Verfasstheit selbständiger und stabiler Entitäten der Außenwelt, zugänglich zu machen. Ein kognitiver Gegenstand ist etwas, das dem Bewusstsein auf solide und abgegrenzte Weise entgegensteht. Mit seiner These über den vorstellend-herstellenden Menschen brachte Heidegger in verwesentlichem Jargon zur Sprache, was mit kulturanthropologischer Empirie präziser als Projektion zu beschreiben wäre. Doch sollte wirklich erst der neuzeitliche Mensch hierzu imstande gewesen sein?

In dem philosophischen Essay *Die Zeit des Weltbildes*, der auf einen Vortrag aus dem Jahr 1938 zurückgeht, versucht Heidegger diese rätselhafte Verspätung zu begründen. Vor dem Hintergrund des etablierten philosophischen Vokabulars hätte als titelgebendes Leitwort der Begriff Weltanschauung näher gelegen, der in der Weltanschauungsphilosophie bei Wilhelm Dilthey oder Max Scheler zuvor schon in Gebrauch war. Mit seiner terminologischen Entscheidung bringt Heidegger insofern bereits im Titel jene Verschiebung *in nuce* zum Ausdruck, die er als Grundvorgang der Neuzeit am Werk sieht: Die Umwendung des Denkens von einem bloß perzeptiv registrierenden Weltanschauen hin zum aktiven Weltbilden. Demnach sei der Mensch der Neuzeit in ein ontologisches Schema eingetreten, in dem Subjekt und Welt einander komplementär gegenüberstehen. Natur begegne ihm nicht mehr als bloße Natur, Umwelt nicht als bloße Umwelt, sondern neuerdings nur noch im Modus des Mitgeschaffenen und Mitgeformten. Und am anderen Pol des Schemas könne sich der Mensch, Heideggers Auskunft zufolge, nie mehr auf die bequemere Position des Zuschauers im kosmologischen Theater zurückziehen. Wir alle seien, ob eingestanden oder nicht, unwiderrufbar engagiert auf einer Bühne, die die Welt bedeutet. Der neuzeitliche Mensch hatte seinen allerersten und zugleich glanzvollsten Auftritt in jener Szene, in der alles, was der Fall ist, „in dessen Bescheid- und Verfügungsbereich gestellt und so allein seiend ist.“¹² Nun trifft den Menschen aber in dem Maße, in dem ihm die Welt zur Verfügungsmasse wird, auch eine immer drückender werdende Mitverantwortung für alle aktuellen und künftigen Weltzustände. Dies ist der Punkt, an dem spätestens klar wird, dass Selbstermächtigung im Weltmaßstab langfristig auf eine ungeheure Selbstüberforderung hinauslaufen muss. Aus dem anfänglichen Spiel wird bald Verstrickung, aus Verstrickung ein Verhängnis und aus diesem endlich ein Geschick in planetarischem Ausmaß. Obschon in vollem Gange, lässt sich über den Ausgang des Geschehens bisher noch nichts mit Gewissheit sagen. Die Mittellage, von der aus Heidegger das Weltgeschehen ins Auge fasst, erlaubt es aber immerhin, am fernen Horizont Verdunkelungen wahrzunehmen, die sich als das „Riesenhafte“, das „Unberechenbare“ und als „Schatten, der um alle Dinge überall geworfen wird,“ vage

¹¹ Vgl. Martin Heidegger, „Die Zeit des Weltbildes.“ In: Ders.: *Holzwege*. Frankfurt a.M. 1980, S. 73-110, hier S. 87.

¹² Vgl. ebd., S. 88.

ankündigen,¹³ und die so bereits jetzt für eine entsprechende atmosphärische Tönung sorgen.

Wir können mithin ganz gut feststellen, an welchem Punkt im Weltgeschehen Heidegger den Menschen gegenwärtig sieht. Es ist die in der Tragödie als Peripetie markierte Stelle unmittelbar vor der dramatischen Wendung, an der sich gewöhnlich ahnungsvolle Ausblicke mit rückschauenden Erklärungsversuchen verschränken. Die mittlere Lage ist also zugleich diejenige Position, von der aus gesehen mit größtmöglicher Dringlichkeit die Frage auf den Plan tritt, wie es mit dem Menschheitsunternehmen denn so weit hat kommen können, dass die Folgen seines Sich-einrichtens in der Welt in fataler Weise auf den Menschen zurückfallen. Die Antwort, die Heidegger auf diese Frage gibt, liegt vor allen Dingen in wissenschaftlichen, aber auch in technischen und politischen Ausgriffen aufs Ganze. Der technologische Fortschritt, die wissenschaftliche und industrielle Revolution sowie die Einhegung der Menschenpopulationen in Nationalstaatsgebilden weisen in ihren Anfängen allesamt auf die Epoche der Neuzeit. Kein Wunder also, dass Heidegger hier den Beginn jener schiefen Bahn vermutet, auf die der Weltlauf seither geraten zu sein scheint. „Der Grundvorgang der Neuzeit“, lautet Heideggers bekannte Diagnose, „ist die Eroberung der Welt als Bild.“¹⁴ „Eroberung“ meint Verfügbarmachung, Aneignung, auch Unterwerfung. Im ontologisch relevanten Sinne meint das Wort aber vor allem das Einspannen alles dessen, was ist, in einen rationalen, im Voraus verfassten Plan oder Weltentwurf. Alles, was ist, wird nur insoweit und nach Maßgabe dessen als wirklich seiend angesetzt, als es sich diesem vorgreifenden Vorstellen in Repräsentationen fügt. Das menschliche Vorstellungsvermögen wird so zum letzten Grund aller Erscheinungen. In Anbetracht dieses ungeheuerlichen Vorgangs erscheint die cartesische Philosophie als Ideologie ihrer Epoche, die Naturforschung, die sich experimentierend und als nomothetische Wissenschaft gebieterisch erhebt, waltet als unumschränkte Herrscherin über alles Wissen von der Natur unter Einschluss der menschlichen, und die neuzeitliche Technik wird zur Erfüllungsgehilfin des Menschheitsgeschicks. Der Mensch droht also in allen entscheidenden Belangen in das Räderwerk zu geraten, das einst sein eigenes Machwerk war. Wem diese Schilderung zu dramatisch vorkommt, der möge selbst den Versuch unternehmen, mildere Konsequenzen aus Heideggers Diagnose zu ziehen.

Wenn die Welt in der Frühen Neuzeit „zum Bild wird,“ wie Heidegger sagt,¹⁵ dann heißt das vor allem, dass die wissenschaftlichen Bilder, Repräsentationen oder Modelle hinsichtlich ihrer repräsentationslogischen Prämissen in zunehmendem Maße ununterscheidbar werden von dieser ‚abgebildeten‘, ‚repräsentierten‘ oder ‚modellierten‘ Welt selber. Hierin folgte Heidegger einer These, die dessen Lehrer Edmund Husserl zwei Jahre früher zum Gegenstand einer umfangreichen phänomenologischen Untersuchung gemacht hatte.¹⁶ Der Repräsentationsakt

¹³ Vgl. ebd., S. 92f.

¹⁴ Vgl. ebd., S. 92.

¹⁵ Vgl. ebd., S. 88.

¹⁶ Vgl. Edmund Husserl, *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie. Eine Einleitung in die phänomenologische Philosophie.* (= Husserliana Bd. VI), hg. v. Walter Biemel, Den Haag 1976, insbes. den Abschnitt: „Die Lebenswelt als vergessenes Sinnesfundament der Naturwissenschaft“, S. 48-54.

bewirkt einen inneren Rückstoß, der strukturbildend auf das Repräsentierte zurückschlägt. Trifft dieser geläufige und daher an sich wenig spektakuläre Effekt nun aber auf Konzeptionen vom Ganzen, könne das, so Heideggers Schlussfolgerung, nicht ohne gravierende Folgen sein. Am eindringlichsten wäre dies zu belegen mit Hinweis auf die Kartographie. In der Neuzeit kommen zum ersten Mal größere Bevölkerungsgruppen mit Karten und Atlanten in Berührung. Darin tritt ihnen die Welt nicht nur als der bewohn- und bereisbare Heimatplanet entgegen, sondern die Weltkonzeption nimmt der im Darstellungsakt präsupponierten Kartierbarkeit wegen ihrerseits kartenaffine Züge an. In der Folge konstituieren sich die Nationalstaaten als unverbrüchliche Einheiten, bestehend aus einem Rechtssystem und einem Territorium als Gültigkeitsbereich, das deshalb noch lange nicht faktisch durch Triangulationen vermessen worden sein musste. Die unterstellte Kartierbarkeit genügte bereits, um die Existenz des Nationalstaats zu behaupten. Das Wort *Welt*, ahd. *weralt*, bedeutete einst ‚Menschen-‘ oder ‚Zeitalter‘¹⁷ und lädt sich nun, neben zahllosen anderen Konnotationen, immer stärker mit geographischer Bedeutung auf.

Der Beginn der Neuzeit markiert einen Einschnitt, an dem die Welt sich erfahrbar rundet. Man muss hierfür nur an die Globen- und Planisphärenproduktion denken, allem voran an Martin Behaim und dessen Erdglobus, in dem unser Planet 1492 vor den Augen einer interessierten Menge von Bürgern der Stadt Nürnberg fast wie ein Spielzeug als ein anschauliches Ganzes vorstellig wurde. Als Ding unter andere Dinge versetzt, erzeugt die zum Bild gewordene Welt bei ihren Betrachtern unweigerlich die Suggestion von einer reinen Immanenz ohne Außen. Und die Versuchung, in dem Globus einen Ball mit interessanter Musterung zu sehen, liegt begreiflicherweise nahe.¹⁸ In derlei Säkularisierungsspielen lernten die Menschen allmählich, sich an den Gedanken zu gewöhnen, eine Welt zu bewohnen, die von in der Mehrzahl zwar noch kaum begriffenen, in jedem Falle aber auf sich selbst gestellten, endogenen Prozessen zusammengehalten wird, ohne dass dazu ein anstoßgebendes oder korrigierendes Eingreifen von transzendenter Seite her erforderlich wäre. Aber warum hätte in solchen Spielen etwas liegen sollen, das den Menschen als neuzeitlichen Menschen unmittelbar angeht?

Der Eindruck kommt daher, dass Heidegger in metaphysischer Überanstrengung zwei an sich richtige Beobachtungen zusammenspannt, die nicht direkt zusammengehören: Die Aneignung der Welt als Bild in der Neuzeit und den vorstellend-herstellenden Menschen.¹⁹ Heidegger entnimmt der neuzeitlichen Wissenschaft ein einzelnes Merkmal ihrer Vollzugsformen, nämlich das vergegenständlichende Vorstellen oder Repräsentieren, das im metawissenschaftlichen Diskurs ohnehin bereits thematisch und in der Verdichtung wissenschaftlicher Praktiken augenfällig geworden war, und erhebt es zum Abgrenzungsmerkmal der Epoche,

¹⁷ Vgl. „Welt“ in: Friedrich Kluge, *Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache*. Berlin/New York 1989, S. 786.

¹⁸ Zu einer sportgeschichtlichen Herleitung dieses genuin modernen Motivs vgl. Peter Sloterdijk, „Spielen mit dem, was mit uns spielt. Über die physischen und metaphysischen Wurzeln des Sports“. *Zeitschrift für Kulturphilosophie*, 1 (2010), S. 73-78, hier S. 78.

¹⁹ Vgl. Heidegger, „Die Zeit des Weltbildes“, S. 90.

metaphysisch gesprochen: zu deren Wesen. Die zugrundeliegende Denkfigur dieser Verwesentlichung ist dabei immer dieselbe. So heißt es bei anderer Gelegenheit etwa: Wir bauen nicht, um zu wohnen, „sondern wir bauen und haben gebaut, insofern wir wohnen“.²⁰ Dem Muster dieser Denkfigur entsprechend läuft denn auch Heideggers Neuzeitinterpretation auf die kaum weniger rätselhafte Botschaft hinaus, wonach der Mensch sich nicht etwa wissenschaftliche Repräsentationen schaffe, um sich ein Bild von der Welt zu machen, sondern er mache sich ein Bild von der Welt, insofern er neuerdings ‚wesensmäßig‘ vorstellend-herstellend auf diese bezogen sei.²¹ Das hört sich nach profunden Einsichten an, beruht aber auf einem einfachen rhetorischen Kniff. Die Verwesentlichung in Heideggers Auslegungskunst resultiert aus der Umkehrung eines dem herkömmlichen Denken geläufigen finalen Erklärungsschemas in eine dem Sinn nach partizipiale Konstruktion. Aus dem rational leicht zugänglichen Um-Zu wird so ein schicksalsträchtig und wesensschwer raunendes Immer-Schon. Dass eine nach diesem Muster konstruierte Fügung einen dramaturgisch hochwirksamen Effekt erzeugt, indem sie nämlich für die innere Notwendigkeit in Heideggers Menschheitsdrama sorgt, steht außer Frage. Indessen, wer menschheitsgeschichtlich eher für die Romanform plädiert, würde auch gern wissen wollen, von welcher Seite der vorstellend-herstellende Mensch die neuzeitliche Bühne betreten hat. Gerade diese Auskunft aber bleibt uns Heideggers Theorie der Neuzeit schuldig.

Die Eroberung der Welt als Bild lässt sich sicherlich nicht mit dem vergegenständlichenden Denken allein erklären, sie hatte vor allem medientechnische und wissenskulturelle Gründe innerhalb der Epoche. Und auf der anderen Seite gingen dem, nach Heideggers Diagnose, weltbildenden Ausgreifen der neuzeitlichen Wissenschaft selbstbildende Techniken des Geistes lange voraus. Will man das Informkommen der Ausnahmesubjekte mit Weltbildambitionen angemessen beurteilen, dann muss man die mathematischen Trainingsprogramme untersuchen, denen sie sich unterzogen haben. Es steht also mit anderen Worten die Vermutung im Raum, dass es vor allem in älteren mathematischen Wissenskulturen geformte Subjekte waren, die in die neuzeitliche Szenerie eingewandert sind. Das Informkommen der Weltbildarchitekten Kopernikus, Kepler oder Galilei hatte eine lange Vorgeschichte, die sehr viel weiter zurückreicht. Als Beleg mag hier der Hinweis auf Kopernikus genügen, dessen Name sich mit der bezeichneten Umwendung im Nachhinein zu einem stehenden Begriff verbunden hat. Mit Blick auf diesen führenden Vertreter im Kollegium der neuzeitlichen Wissenschaften legte schon der Mathematikhistoriker Eduard J. Dijksterhuis Wert auf die Feststellung:

Viel mehr als das Neue fällt in seinem Werke [*De revolutionibus orbium caelestium*; N.K.] das Alte auf, der ganze traditionelle Stil der griechischen Astronomie, ihre Art, Probleme zu stellen, ihre Methode, sie zu lösen. In dem im Jahre 1543 erschienenen Werk des preußischen Astronomen findet man, abgesehen von der Anwendung trigono-

²⁰ Vgl. Martin Heidegger, „Bauen Wohnen Denken.“ In: Ders.: *Gesamtausgabe*. 1. Abt., Bd. 7, hg. v. Friedrich-Wilhelm von Herrmann, Frankfurt a.M. 2000, S. 146-164, hier S. 150.

²¹ Vgl. Heidegger, „Die Zeit des Weltbildes“, S. 86-91.

metrischer Rechnungsarten, nichts, was nicht ebensogut im zweiten nachchristlichen Jahrhundert von einem Nachfolger des *Ptolemaios* geschrieben sein könnte. Nach einem Stillstand von fast vierzehn Jahrhunderten setzt sich die Entwicklung der Astronomie in Frauenburg dort fort, wo sie in Alexandrien stehengeblieben war.²²

Was man in der Mathematikgeschichte gewöhnlich in abkürzender Redeweise Tradition nennt, das sind in Wirklichkeit Übungszusammenhänge, die über den Köpfen der Generationen eine Schriftkultur wie weit auslaufende Fäden durchziehen, und an die auch nach Unterbrechung mehrerer Jahrhunderte erneut angeknüpft werden kann. Auch für mathematische Texte sind die Überlieferungspraktiken des Abschreibens, des Systematisierens durch Lemmata, der Kommentierung in Glossen oder Marginalien sowie der Interpretation und Paraphrasierung von Bedeutung. Entscheidend aber für das Fortleben einer mathematischen Tradition ist die Tatsache, die dazu führt, dass wir auch heute noch, 2300 Jahre nach Euklid, imstande sind, geometrische Probleme euklidisch zu behandeln oder, mit einem noch größeren zeitlichen Abstand, etwa ägyptische Bruchrechnung zu betreiben. Die Lebendigkeit einer mathematischen Tradition rührt nicht nur vom Verstehen- und Interpretierenkönnen alter Texte her, sie bedarf zudem des Nachstellens und Weiterführens jenes symbolischen Spiels, das Mathematik genannt wird. Mathematische Traditionen leben von dieser Art des *reenactment* und der Übung. Etwas von dieser Erfahrung hatte Kopernikus in seiner berühmt gewordenen Formulierung anklingen lassen, wonach mathematische Dinge für Mathematiker geschrieben würden (*Mathematica mathematicis scribuntur*).²³ Ausschlaggebend an überlieferten Rechnungen und geometrischen Konstruktionen ist daher nicht ihr faktischer Gehalt, auch nicht allein ihre konzeptuelle Durchsichtigkeit für das Verstehen, sondern vor allen Dingen ihre beispielgebende Funktion, die es den Späteren möglich macht, das Spiel von Neuem aufzunehmen. Wer als Angehöriger einer Schriftkultur sich in mathematischen Dingen zu üben beabsichtigt, hat die erste und allgemeinste Vorbedingung solcher Spiele bereits erbracht: Den aufmerksamen Blick auf einen flachen Zeichenträger geheftet, das Schreibzeug bei der Hand. Überall, wo man sich mathematischen Übungen unterzog, ob in Alexandrien oder im preußischen Frauenburg, war das vergegenständlichende Denken mit seiner doppelten Vollzugsform als vorstellend-herstellendes schon im Spiel. Was mathematische Texte mithin vor allem anderen weitergeben, sind Übungsprogramme, Lektionen im projektiven Denken.

Die Exklusivität, mit der Heidegger diese Denkhaltung allein dem Menschen der Neuzeit beilegen wollte, kann wahrscheinlich nur mit der Weigerung des Philosophen erklärt werden, antike und prähistorische Kulturerzeugnisse ausreichend zur Kenntnis zu nehmen. Die Evidenzen, die seit dem Ende des 19. Jahrhunderts auf dem Feld der archäologischen Forschungen ans Licht gekommen waren, haben

²² Eduard J. Dijksterhuis, *Die Mechanisierung des Weltbildes. Mit einem Geleitwort zur Reprintausgabe von Heinz Maier-Leibnitz*. Berlin/Heidelberg/New York 1983, S. 320. [Hervorh. i. Orig.]

²³ Vgl. Nikolaus Kopernikus, *De revolutionibus orbium caelestium. Textkritische Ausgabe*. Gesamtausgabe Bd. 2, hg. v. Franz Zeller und Karl Zeller, München 1949, S. 6.

inzwischen eine Mächtigkeit erreicht, die eine Korrektur an Heideggers Neuzeitinterpretation in diesem wichtigen Punkt unumgänglich macht. Projektion ist eine elementare Technik des menschlichen Geistes. Wegen der grundlegenden Bedeutung, die ihr wohl für die gattungsbezogene Entwicklung ebenso wie bei der individuellen Ausbildung der humanen Intelligenz zukommt, ist es sicher nicht zu hoch gegriffen, sie als Anthropotechnik einzuordnen.

Die Anthropotechnik Projektion ist autogen und zugleich autoplastisch; sie entspringt den Initiativen formungswilliger Individuen und wirkt formgebend auf dieselben zurück.²⁴ Setzt man voraus, dass sich der Hominine vor anderen Geschöpfen dadurch auszeichnet, dass er nicht einfach wird, was ihm im biologischen Sinne erblich und durch Lebensumstände mitgegeben war, sondern immer schon aktiv auf sein Werdenkönnen und -wollen Einfluss nimmt, hat man den Begriff Anthropotechnik im Grundsatz bereits verstanden. Der Mensch ist das einzige bekannte Wesen, das nicht einfach lebt, sondern existentiell zu einer *Lebensführung* begabt und verurteilt ist. Den ganzen Aufwand an sowohl körper- als auch geistbezogenen Mitteln, die er hierfür anbietet, kann man unter dem Sammelbegriff Anthropotechniken vereinen.²⁵ Folgt man diesem terminologischen Vorschlag, so offenbart sich der Begriff recht bald, seiner notorischen Vieldeutigkeit ungeachtet,²⁶ als ein wertvoller Leitbegriff der philosophischen Anthropologie, der, wie zuletzt Peter Sloterdijk erwogen hat, dabei helfen könnte, „[d]ie Strecke, die der Hominide bei seiner Menschwerdung zurückgelegt hat, zu rekonstruieren“.²⁷ Der anthropotechnisch engagierte Mensch wäre demnach zuerst und zumeist der übende Mensch. Sloterdijk hatte zunächst vor allem religiöse Exerzitien und im Allgemeinen „geistliche Athleten“ östlicher wie westlicher Konfessionen vor Augen,²⁸ doch kann man hierbei genauso gut an übungsförmige Praktiken denken, die innerhalb verschiedener Wissenskulturen gepflegt werden. Dementsprechend erweiterte Sloterdijk

²⁴ Zur allgemeinen Struktur „autoplastischen Handelns“, das den Übenden, wenn es gut läuft, in einen „circulus virtuosus“ eintreten lässt, vgl. Peter Sloterdijk, *Du mußt dein Leben ändern*. Frankfurt a.M. 2012, S. 501-506.

²⁵ Zu erwägen wäre, wie sich der Begriff der Anthropotechnik zu den in ähnliche Richtung zielenden, aber inhaltlich anders gelagerten Mauss'schen Körpertechniken und den Selbsttechniken Michel Foucaults verhält. Vgl. Marcel Mauss, *Soziologie und Anthropologie*. Bd. 2: Gabentausch, Todesvorstellung, Körpertechniken, Wiesbaden 2010, S. 199-220; Michel Foucault, „Technologien des Selbst.“ In: Martin, Luther H./Gutman, Huck/Hutton, Patrick H. (Hgg.): *Technologien des Selbst*. a. d. Amerikan. übers. v. Michael Bischoff, Frankfurt a.M. 1993, S. 24-62.

²⁶ Vgl. Kevin Liggieri, „Von der ‚Menschen-zucht‘ zur ‚Menschen-behandlung‘. Zur Begriffsgeschichte der Anthropotechnik“. *Archiv für Begriffsgeschichte* 57 (2015), S. 235-258; Ders., „Anthropotechnik.“ In: Heßler, Martina/Liggieri, Kevin (Hgg.): *Technikanthropologie. Handbuch für Wissenschaft und Studium*. Baden-Baden 2020, S. 308-313.

²⁷ Vgl. Peter Sloterdijk, *Nach Gott*. Berlin 2017, S. 210. Auf den Begriff Anthropotechnik war in der Vergangenheit, wie man weiß, der Schatten einer mit publizistischen Mitteln geführten Verdachtskampagne gefallen. Der Terminus wird ausgehend von Heidegger und unter Bezugnahme auf Sloterdijk hier nicht eingeführt, weil an der Verwendung von Reizworten irgendwie gelegen sein könnte, sondern einzig, weil die Sache dies verlangt. Im Übrigen scheint der Erregungswert dieser Vokabel, der sich in der sogenannten Sloterdijk-Affäre vor immerhin rund zweieinhalb Jahrzehnten bemerkbar gemacht hatte, ohnehin so weit abgeklungen zu sein, dass die Chancen inzwischen gut stehen, ihren philosophischen Gebrauchswert wahrzunehmen.

²⁸ Vgl. ebd., S. 213; sowie ausführlicher: Peter Sloterdijk, *Du mußt dein Leben ändern*, S. 9-33.

wenig später seinen übungstheoretischen Ansatz um die Frage, „ob die an den alten Ethiken ablesbaren Einsichten in die Strukturen des implizit und explizit üben- den Lebens sich auf den Bereich des theoretischen Verhaltens ausdehnen las- sen.“²⁹ Dass dem in der Tat so ist, wäre nirgendwo mit größerer Deutlichkeit nachzuweisen als in der Geschichte der Mathematik. Die kognitive Kompetenz, die in mathematischen Übungen mobilisiert und durch Wiederholung gesteigert wird, geht letztlich aus den sensomotorischen Kreisläufen projektionsbasierten Denkens hervor.

Ihre interne Gliederung betreffend enthält die Anthropotechnik Projektion in sich zwei Pole; – den Flächensinn des Geistes sowie etwas, das man in Ergänzung dazu als Klugheit der Hand beschreiben könnte. Bevor wir aber den Faden dieser konzeptionellen Überlegungen weiterverfolgen wollen, sei ein kurzer Seitenblick in die Geschichte des Projektionsbegriffs gestattet.

II. Zur Geschichte des Projektionsbegriffs

Alle Welt spricht heute von Projekten. Ob es sich dabei um politische Vorhaben, Bauunternehmungen oder künstlerische Entwürfe handelt: Der Ausdruck ist in sämtliche Lebensbereiche vorgedrungen und kann fraglos als ein Modewort gel- ten. Das Wort und die damit verbundene Handlung, das Projektieren, hat in dem Projektmanager sogar seinen eigenen Berufsstand hervorgebracht. Zwar unter- scheiden wir heute zwischen den Ausdrücken *Projekt* und *Projektion* beziehungs- weise ihren Derivaten *projektieren* und *projizieren*; die etymologische Verwandt- schaft ist jedoch signifikant und führte noch im 18. Jahrhundert dazu, dass beide in gegenseitigem Ersatz gebraucht werden konnten.

Während das Wort *Projekt* erst gegen Ende des 17. Jahrhunderts aus dem lat. Partizipium *projectus* entlehnt und mit den Bedeutungen ‚Vorhaben‘, ‚Entwurf‘ oder ‚Plan‘ versehen worden ist,³⁰ stand als dessen Pendant das dt. *Vorwurf* zur Verfügung, das neben seiner uns heute erhalten gebliebenen Bedeutung im 18. Jahrhundert den Gegenstand geistiger Tätigkeit und insbesondere künstlerischer Bearbeitung bezeichnen konnte.³¹ Sobald wir uns indessen nach einer engeren, wissenschaftlichen Bedeutung von *Projektion* umschauen, würden wir vermutlich zuerst auf Kartenprojektionen verfallen. Doch ein Blick in die historische Semantik macht die erstaunliche Karriere des Projektions-Begriffs deutlich und lässt, wie zu- letzt Falko Schmieder gezeigt hat, den Weg nachvollziehbar werden, den der Be- griff in all seinen metaphorischen Umprägungen und historischen Ungleichzeitig-

²⁹ Vgl. Peter Sloterdijk, *Scheintod im Denken. Von Philosophie und Wissenschaft als Übung*. Berlin 2010, S. 21.

³⁰ Vgl. „Project“ in: *Deutsches Wörterbuch von Jacob und Wilhelm Grimm*. 16 Bde. in 32 Teilbänden, Leipzig 1854-1961, Sp. 2163.

³¹ Vgl. „Vorwurf“ in: *Deutsches Wörterbuch von Jacob und Wilhelm Grimm*. 16 Bde. in 32 Teilbänden, Leipzig 1854-1961, Sp. 1967-1973.

keiten quer durch sämtliche Disziplinen genommen hat.³² Nachdem der Terminus zunächst in der Alchemie Verwendung fand und bei den Versuchen der Goldherstellung das Auswerfen einer Tinktur auf flüssiges Metall bezeichnete, hat sich sein Bedeutungsgehalt am Beginn der Neuzeit fundamental gewandelt.

Als in der Frühneuzeit die grundlegende erkenntnistheoretische Kluft zwischen Subjekt und Objekt mit besonderer Brisanz ins Bewusstsein trat, diente der Begriff nicht nur dazu, ebendiese Kluft zu problematisieren, sondern versprach auch, das genannte Subjekt-Objekt-Verhältnis konsolidieren zu können. Der philosophische Erkenntnisbegriff schien in seiner Wahlverwandschaft mit der optischen Wahrnehmung einer in mathematischer Strenge ausführbaren experimentellen Methode zugänglich zu sein. Als Vorbild diente dafür zum einen die Zentralperspektive, die in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts von den italienischen Renaissancemalern Leon Battista Alberti und Filippo Brunelleschi als zeichentechnisches Konstruktionsverfahren entwickelt wurde. Zum andern war der optische Apparat der *camera obscura* modellbildend, der zuerst von Johannes Kepler als funktionales Analogon zum menschlichen Auge beschrieben worden war. Eine Idee, die auf dem Umweg über René Descartes *Dioptrik* für die Physiologie und Erkenntnistheorie bis ins 19. Jahrhundert hinein außerordentlich folgenreich werden sollte. Der Begriff kennzeichnet seitdem ein methodisch kontrolliertes und insofern reproduzierbares, zudem technisch konstituiertes epistemisches Verfahren der Bildproduktion.

Erst als um die Mitte des 19. Jahrhunderts die Disziplin der Sinnesphysiologie entstand, unterlag das seit Descartes mit dem Projektionsbegriff verbundene „Transparenzmodell des reinen Sehens“ einer Erosion.³³ Experimente mit Nachbildern auf der Netzhaut und die Entdeckung des blinden Flecks im Auge hatten dazu geführt, dass die Analogisierung von Auge und *Camera obscura* an Plausibilität verlor. Diese Entwicklung brachte erbitterte Auseinandersetzungen um die Physiologie des Sehvorganges mit sich und führte dazu, dass der Begriff eine starke metaphorische Ausdehnung erhielt. Als Projektion konnte nun neben dem optischen Funktionsprinzip des Auges, d.h. der seitenverkehrt und kopfstehenden Abbildung sichtbarer Objekte auf der Netzhaut, auch ein Vorgang bezeichnet werden, der die Beteiligung des Verstandes im Wahrnehmungsakt unterstrich: Dieser erweiterte Projektionsbegriff bezeichnete den konstruktiven Akt des Denkens, der die Hinausverlegung sinnlich empfundener Qualitäten an den Ort ihrer Aussendung unbewusst vollzog.³⁴ Der Begriff stand damit nicht nur seiner älteren Verwendung diametral entgegen, sondern bezog neben der optischen Wahrnehmung nun auch die Leistung anderer Sinne, vornehmlich des Tastsinnes, in den heute als Auge-Hand-Koordination bezeichneten Komplex mit ein. Dieser sehr uneigentliche Gebrauch des Terminus mündete in einer Begriffsverwirrung, die schließlich dazu führte,

³² Vgl. im Folgenden hierzu: Falko Schmieder, „Entwerfungsarten‘ im Zusammenhang. Zur interdisziplinären Geschichte des Projektionsbegriffs“. In: Müller, Ernst/Schmieder, Falko (Hgg.): *Begriffsgeschichte der Naturwissenschaften. Zur historischen und kulturellen Dimension naturwissenschaftlicher Konzepte*. Berlin/New York 2008, S. 73-93.

³³ Vgl. ebd., S. 78.

³⁴ Vgl. Hans-Martin Sass, „Projektion.“ In: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*. Bd. 7, hg. v. Joachim Ritter und Karlfried Gründer, Basel 1989, Sp. 1458-1462, hier Sp. 1458f.

dass Vertreter unterschiedlicher Auffassungen einander vorwerfen konnten, ‚Projektionstheoretiker‘ zu sein.

In diesem Umfeld sind sowohl Ernst Kapps *Grundlinien einer Philosophie der Technik* (1877) als auch die *Grundzüge der physiologischen Psychologie* (1874) von Wilhelm Wundt angesiedelt. Beide waren jeweils auf ihre Weise um eine Klärung des Projektionsbegriffes bemüht und versuchten den Terminus durch die Abspaltung seiner metaphorischen Gehalte wissenschaftlich wieder brauchbar zu machen. In diesem Sinne unterbreitete Wilhelm Wundt zum zeitgenössischen Projektionsbegriff den Vorschlag:

Dieser Ausdruck ist allerdings in viel weiterem Sinne gebraucht worden. Es scheint aber zweckmäßig, ihn auf jene Ansichten zu beschränken, die eine angeborene oder mindestens eine fest gegebene Beziehung der Netzhautpunkte zu den Punkten im äußeren Raum voraussetzen.³⁵

Als Schüler Hermann von Helmholtz' und Begründer der physiologischen Psychologie betonte er die Unhaltbarkeit einer sich rein auf die Physiologie des Auges stützenden Erklärung des Sehvorgangs, der seiner Auffassung nach eben auch eine kognitive Dimension aufweise.³⁶

Ernst Kapp wiederum versuchte den erkenntnistheoretischen Konsequenzen des fragwürdig gewordenen Projektionsbegriffes dadurch zu begegnen, dass er das Erkenntnisproblem mit einer technikgeschichtlichen Fundierung ausstattete. Ihm waren strukturelle Homologien zwischen einzelnen menschlichen Organen und kulturellen Artefakten aufgefallen, wobei er letztere als unbewusste Projektionen dieser Organe deutete. An zahlreichen Beispielen wie dem Faustkeil, Brückenarchitekturen oder dem elektrischen Telegraphen versuchte Kapp zu belegen, dass der Mensch im Fortgang seiner zivilisations- und kulturgeschichtlichen Entwicklung in die Werkzeuge, Bauwerke und technischen Apparate – kurz: in die Schöpfungen aus seiner Hand – unbewusst „die Formen seiner Organe verlegt oder projicirt hat.“³⁷ In der nachträglichen Bewusstwerdung dieses von Kapp als „Organprojection“ bezeichneten Vorgangs liege daher auch ein Schlüssel, der bedeutende Einsichten in das menschliche Wesen offenbare.³⁸ Mit seiner technikgeschichtlichen Konzeption nahm er für sich in Anspruch, einen „bisher unbetretene[n] Weg“ entdeckt zu haben, der „zur culturhistorischen Begründung der Erkenntnislehre überhaupt“ führe.³⁹ Was den unscharfen und kontroversen Projektionsbegriff der Sinnesphysiologen seiner Zeit anbelangt, glaubte Kapp im Mechanismus der Organprojektion den einzigen Vorgang gefunden zu haben, „dem es in Wahrheit zukommt, als Projection bezeichnet zu werden, da ihm nur solche Thatsachen zum

³⁵ Wilhelm Wundt, *Grundzüge der physiologischen Psychologie*. Bd. 2, 5. Aufl., Leipzig 1902, S. 680, Anm. 6.

³⁶ Vgl. ebd., S. 681.

³⁷ Vgl. Ernst Kapp, *Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Cultur aus neuen Gesichtspunkten*. Braunschweig 1877, S. 44f.

³⁸ Vgl. ebd., S. vf. sowie das Kapitel „Die Organprojection“ ebd., S. 29-39.

³⁹ Vgl. ebd., S. 33.

Grunde liegen, welche eine Verschiedenheit der Ansichten gänzlich ausschließen.“⁴⁰ Seine auffällige Bestimmtheit in dieser Frage erklärt sich unter anderem daraus, dass Ernst Kapp noch mit einem weitgehend ungetrübten Optimismus auf das Verhältnis von Technik und Mensch(heit) blicken und die Einschätzung vertreten konnte, dass beide deutlich voneinander abzugrenzen seien, weil der Mensch schließlich nie in die Lage gerate, sich selbst mit den technischen Artefakten seiner Hand zu verwechseln.⁴¹ Daneben war in der Verbindung der Projektion mit unbewussten seelischen Vorgängen des Menschen ein Konnex geschaffen, aus dem später, wiederum auf Umwegen, einerseits Sigmund Freuds psychoanalytischer Projektionsbegriff hervorging sowie andererseits der religionskritische Projektionsbegriff, der mit dem Werk Ludwig Feuerbachs assoziiert werden sollte, daraus sein subversives Potential bezog.⁴²

Der Begriff Projektion, das sollte diese kurze Skizze seiner historischen Semantik gezeigt haben, ist nicht nur eine Bezeichnung für Metaphorisches – im Sinne der Metapher als *μετα-φέρειν*, was so viel heißt wie ‚hinübertragen‘, ‚übertragen‘, ‚übersetzen‘ auf der Grundlage einer Ähnlichkeitsbeziehung – sondern er wird selbst auch häufig als Metapher gebraucht. Metaphorizität, so scheint es, berührt zwei Seiten dieses Begriffs, die innig miteinander zusammenhängen.

III. Projizieren heißt verfügbar machen

Ein seiner inneren Bestimmung nach kulturanthropologisch gehaltvoller Begriff von Projektion ließe sich nun gewinnen, indem man zum einen den Bedeutungskern festhält, der einen externalisierenden Vorgang, eine räumlich verstandene Handlung des Hinausverlegens bezeichnet, und zum anderen die metaphorische Dimension des Begriffs – anstatt den Versuch zu unternehmen, diesen Anteil abzuspalten, gerade umgekehrt – produktiv macht. Externalisierung, Räumlichkeit und Metaphorizität bilden also die drei Ausgangspunkte, an denen sich die Prägung eines anthropotechnischen Begriffs von Projektion orientieren kann.

Der sprachlichen Semantik ist ein breites Repertoire an Formen und Funktionen räumlicher Modellbildungen eigen. Die Sprache der Literatur, insbesondere im Märchen und in mythologischen Texten, benutzt räumliche Gegensatzpaare wie oben – unten, offen – geschlossen oder nah – fern als Träger, um die ihrerseits nichträumlichen semantischen Beziehungen wertvoll – wertlos, zugänglich –

⁴⁰ Vgl. ebd., S. 32.

⁴¹ Vgl. ebd., S. vi.

⁴² Vgl. im Weiteren dazu: Falko Schmieder, „Entwerfungsarten‘ im Zusammenhang“, S. 86-89; Ders.: „Von der Methode der Aufklärung zum Mechanismus des Wahns. Zur Geschichte des Begriffs ‚Projektion‘“. *Archiv für Begriffsgeschichte* 47 (2005), S. 165-191; Thilo Holzmüller, „Projektion – ein fragwürdiger Begriff in der Feuerbachrezeption? Die Projektionstheorie Hans-Martin Barths als Erklärungsmodell für Ludwig Feuerbachs Religionskritik“. *Neue Zeitschrift für systematische Theologie und Religionsphilosophie* 28 (1986), S. 77-100.

unzugänglich oder eigen – fremd in anschaulicher Weise zu modellieren.⁴³ Darüber hinaus bedienen sich neben der Alltagssprache (*Zeitraum*, *Zeitfenster*) auch die Fachsprachen der Wissenschaften mit aller Ausgiebigkeit dieses Mittels.⁴⁴ *Farbenraum*, *Phasenraum*, *Kraftfeld*, *Lösungsweg* oder *Entscheidungspfad* sind nur einige terminologische Beispiele, die ihre begriffliche Prägnanz aus der Verräumlichung beziehen. Sogar das ehrwürdige Begriffspaar *Problem* und *Methode* kann mit seiner Abstammung auf eine konsistente metaphorische Topographie verweisen: Problem, altgriech. *πρόβλημα*, bedeutet ursprünglich u.a. ‚Vorgebirge‘ und wörtlich (von altgriech. *προβάλλω*, ‚vorwerfen‘, ‚vorlegen‘) das ‚Vorgelegte‘ oder ‚Hingeworfene‘, das ein Vorankommen in irgendeinem Sinne behindert. Und die Methode, von altgriech. *μετά*, ‚nach‘, ‚hinüber‘ oder ‚auf etwas hin‘ und *ὁδός*, ‚Weg‘ oder ‚Straße‘, beschreibt den Pfad, der am Hindernis vorbei ans Ziel zu führen verspricht. All diese Fälle belegen das große Potential der Sprache, Räumlichkeit als Vehikel für metaphorische Übertragungen heranzuziehen und unter Ausnutzung der hierbei erlangten konzeptuellen Verdichtungseffekte wahlweise das hermeneutische Verstehen zu organisieren oder Erkenntnisprozesse zu unterstützen.

Gehen wir noch einen Schritt weiter, so können wir uns Folgendes fragen: Gibt es neben dem primär symbolischen Medium Sprache noch andere Mittel und Wege, Bedeutungsgehalte zu verräumlichen und ihre metaphorisch erworbene Raumgestalt, anstatt sie bloß dem lexikalischen Verstehen zuzuführen, darüber hinaus der visuellen Wahrnehmung und dem handgreiflichen Umgang zugänglich zu machen? Können wir vielleicht, etwas direkter gefragt, die Ausgedehntheit und Verteilung graphischer oder auch dinghafter Gegenständlichkeiten im visuellen Wahrnehmungsfeld selber zum Ziel der metaphorischen Übertragung machen?

IV. Vom Flächensinn des Geistes

Das Auge ist ein Flächensinn – d[as] Gefühl – schon cubischer. Gehör ist ein mech[anischer] – Geruch und Geschm[ack] chymische Bewegungssinne [...].⁴⁵

Im Jahr 1912 erschien eine Publikation mit dem bemerkenswerten Titel *Physik in graphischen Darstellungen*. Ihr Autor, der Physiker Felix Auerbach, hatte darin den Versuch unternommen, eine Auswahl der gesetzmäßigen Kenntnisse seiner Disziplin unter Einbeziehung sämtlicher Fachgebiete nahezu ausschließlich mit den

⁴³ Vgl. Juij M. Lotman, *Die Struktur literarischer Texte*. übers. v. Rolf-Dietrich Keil, München 1993, S. 311-329.

⁴⁴ Vgl. z.B. Köster, der die Räumlichkeit in der Sprache daher treffend als eine „modellbildende Meta-Metapher“ analysiert: Werner Köster, „Raum.“ In: Konersmann, Ralf (Hg.): *Wörterbuch der philosophischen Metaphern*. Darmstadt 2014, S. 278-296, hier S. 281f.

⁴⁵ Novalis, „Das allgemeine Brouillon. Materialien zur Enzyklopädistik 1798/99“. In: Ders.: *Schriften*. Bd. 3: Das philosophische Werk II, hg. v. Richard Samuel, Hans-Joachim Mähl, Gerhard Schulz, 3. durchges. u. revidierte Aufl., Stuttgart/Berlin/Köln et al. 1983, S. 207-478, hier S. 458.

Mitteln der graphischen Darstellung zu erläutern.⁴⁶ Auf Zahlenreihen, Tabellen und Formeln verzichtet die *Physik in graphischen Darstellungen* vollständig, auf textuelle Kommentare zu den versammelten Schaubildern und Kurven immerhin so weit, wie es die Erfordernisse der Verständlichkeit erlauben. Auerbach war offenbar von der didaktischen und erkenntnisgenerativen Leistungsfähigkeit der graphischen Darstellung in einem Maße überzeugt, das ihn deutlich von der zeitgenössischen Praxis seiner Fachkollegen unterschied. Dass dieser Versuch auf ungeteilten Zuspruch stoßen würde, war daher kaum zu erwarten. Vermutlich sah sich Auerbach aus diesem Grund dazu veranlasst, seinen Standpunkt methodisch auszubauen und zwei Jahre später in einer eigenständigen Schrift darzulegen. Im Einleitungskapitel dieses Büchleins, das den Titel *Die graphische Darstellung* trägt, erläutert Auerbach den Grundgedanken, der bei seinem Versuch leitend gewesen war. Einen Gedanken,

[...] der zunächst vielleicht recht fern liegt, aber, einmal erfaßt, seine ungemeine Fruchtbarkeit sofort zu erkennen gibt. Für alle räumlichen Dinge der Welt haben wir, dank der Organisation unseres Auges, eine Methode der Aufnahme, die ganz unvergleichlich ist: die *Erzeugung von Bildern*. [...] Alles übrige, was uns in der Um- und Innenwelt an Mannigfaltigkeiten entgegentritt, ist unserer räumlichen Anschauung entzogen, wir können es nur denkend, nicht aber darstellend erfassen. Wie nun, wenn wir diesem natürlichen Mangel künstlich abhelfen, wenn wir uns entschlossen, auch Nichträumliches, also Zeitliches und ferner alles, was sich auf Temperatur und Elektrizität, auf Helligkeit und Farbe, auf stoffliche und geistige Quantität und Qualität und auf hunderterlei anderes bezieht, unter dem Bilde des Räumlichen zu erfassen und zeichnerisch darzustellen?⁴⁷

Damit hat Felix Auerbach einen Grundgedanken ausgesprochen, der dem projektionsbasierten Denken seit je innewohnt. Orientiert am Beispiel der analytischen Geometrie und unter dem Eindruck der graphischen Methode, die in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts durch den Einsatz selbstschreibender Automaten in der Physiologie weite Verbreitung gefunden hatte,⁴⁸ sah Auerbach den wissenschaftlichen Wert der graphischen Darstellung vor allem in ihrem Potential,

⁴⁶ Vgl. Felix Auerbach, *Physik in graphischen Darstellungen*. Leipzig/Berlin 1912.

⁴⁷ Felix Auerbach, *Die graphische Darstellung. Eine allgemeinverständliche, durch zahlreiche Beispiele aus allen Gebieten der Wissenschaft und Praxis erläuterte Einführung in den Sinn und den Gebrauch der Methode*. Leipzig/Berlin 1914, S. 3. [Hervorh. i. Orig.]; sowie zuvor schon: Ders., „Die graphische Darstellung“. *Die Naturwissenschaften* 6 u. 7 (1913), S. 139-145 u. S. 159-164, hier S. 140.

⁴⁸ Vgl. Felix Auerbach, *Die graphische Darstellung. Eine allgemeinverständliche, durch zahlreiche Beispiele aus allen Gebieten der Wissenschaft und Praxis erläuterte Einführung in den Sinn und den Gebrauch der Methode*. Leipzig/Berlin 1914, S. 85-95. Zur graphischen Methode in der Physiologie vgl. Soraya de Chadarevian, „Die ‚Methode der Kurven‘ in der Physiologie zwischen 1850 und 1900“. In: Hagner, Micheal (Hg.): *Ansichten der Wissenschaftsgeschichte*. Frankfurt a.M. 2001, S. 161-188; sowie ferner: Lorraine Daston/Peter Galison, „Das Bild der Objektivität“. In: Geimer, Peter (Hg.): *Ordnungen der Sichtbarkeit. Fotografie in Wissenschaft, Kunst und Technologie*, Frankfurt a.M. 2002, S. 29-99.

nichträumlichen Strukturbeziehungen gleichwelcher Phänomene zu einer räumlichen Prägnanz zu verhelfen. Wenn schon die Sprache hierzu imstande ist, wie wir gesehen haben, so scheinen die Bilder der Wissenschaft diesem Zweck in noch weit größerem Ausmaß gerecht werden zu können. Auerbach beschrieb die graphische Darstellung als eine „äußerlich anspruchslose Kunst,“ die „dem Auge nichts [...] als Linien und Linienscharen und immer wieder Linien, zuweilen auch Flächen und äußersten Falles räumliche, modellartige Figuren“ zuführe.⁴⁹ Doch in dieser eben nur vermeintlich anspruchslosen Kunst entdeckte er die Züge einer ‚Sprache‘ von ganz eigentümlicher Art:

[F]ür den, der diese Sprache zu lesen versteht, ist sie auf ihre Weise beredter und reicher als alle anderen; auf knappem Raume erzählt sie unglaublich viel; denn man kann diese Schrift sozusagen von vorn und hinten, von oben und unten, analytisch und synthetisch lesen; und jedesmal erhält man dieselbe Erkenntnis in einer neuen Form, einem neuen Zusammenhange, einer neuen Genese, und das ist ja schließlich immer wieder eine neue Erkenntnis.⁵⁰

Bei allen nachvollziehbaren Gründen für diese Analogisierung gibt es jedoch einen bedeutenden Unterschied gegenüber der Sprache im eigentlichen, linguistischen Sinn: Die graphische Darstellung macht den physischen, in seiner flächenhaften Ausdehnung wahrnehmbaren Zeichenträger selbst zum Medium metaphorischer Strukturübertragungen. So entsteht eine ‚Sprache‘ in abgeleiteter Bedeutung des Wortes, die den flachen Darstellungsraum durch graphische Inskriptionen artikuliert und auf direktem Wege zu den Augen gleichsam zu ‚sprechen‘ vermag. Der Sprachvergleich ist in theoretischen Zusammenhängen bekanntlich schnell bei der Hand: Doch Vorsicht ist hier darum geboten, weil das, was Auerbach entdeckt und zu beschreiben versucht hat, nichts mit dem Sprechen, Hören, Lesen und Sprachverstehen zu tun hat, sondern mit einer offenbar sehr differenzierten und leistungsfähigen Form der visuellen Wahrnehmung. Eine Anspielung auf die Semiotik der graphischen Darstellung, welche erst einige Jahrzehnte später in Jacques Bertins *Sémiologie graphique* (1967) ausgearbeitet werden wird, darf man in dem Sprachvergleich nicht sehen. Auerbachs gedanklicher Ausgangspunkt ist noch die traditionelle Entgegensetzung diskursiven, also begrifflichen und sprachbezogenen Denkens auf der einen mit der empirischen Anschauung auf der anderen Seite, die nach diesem herkömmlichen Modell nur die Materie zum Erkenntnisakt beiträgt. Sein Bestreben, für die graphische Darstellung jedoch eine formal eigenständige Erkenntniskraft zu reklamieren, indem er jene erst einmal mithilfe des Sprachvergleichs aufwerten und so dem Denken annähern zu müssen glaubte, zeugt vielmehr indirekt von der maßlosen Überschätzung der Sprache mit ihrem exklusiven Anspruch auf begriffsbildendes Denken, die seinerzeit sehr einflussreich

⁴⁹ Vgl. Felix Auerbach, *Die graphische Darstellung. Eine allgemeinverständliche, durch zahlreiche Beispiele aus allen Gebieten der Wissenschaft und Praxis erläuterte Einführung in den Sinn und den Gebrauch der Methode*. Leipzig/Berlin 1914, S. 4.

⁵⁰ Vgl. ebd.

gewesen war. Wenn es ihm wirklich ernst gewesen wäre mit dem Sprachvergleich, dann würde er sich auch darüber geäußert haben, wie er sich die ‚Grammatik‘ der graphischen Darstellung denkt, was er indes nicht tat.

IV.a Verdichtung und Typenbildung

Bei aller Konventionalität, die unter anderem durch die Tatsache belegt ist, dass Kurvenverläufe und Zahlenstrahlen der Schreib- und Leserichtung folgend gewöhnlich von links nach rechts notiert werden, zehrt die graphische Darstellung von besonderen Effekten der visuellen Wahrnehmung. So vergegenständlichen sich Messreihen häufig erst mit der aufgezeichneten Spur im Diagramm zur Einheit eines physikalischen Phänomens, das auf diese Weise figurativ konkretisiert mit einem Male vergleichbar wird mit den Erscheinungen weit abliegender Fachgebiete. Die graphische Darstellung wird in dieser Funktion zu einer „Phänomenotechnik“ ersten Ranges.⁵¹ Ein gutes Beispiel sind die Schwingungskurven, die nicht nur in der Optik und Akustik Anwendung finden (vgl. Abb. 1), sondern die auch an der Verobjektivierung von Beobachtungen in der Mechanik, der Elektrizität, dem Elektromagnetismus und der Statistik wesentlich beteiligt sind.⁵² Diese konzeptuelle Verdichtung sowie die Assoziationen zwischen getrennten Klassen physika-

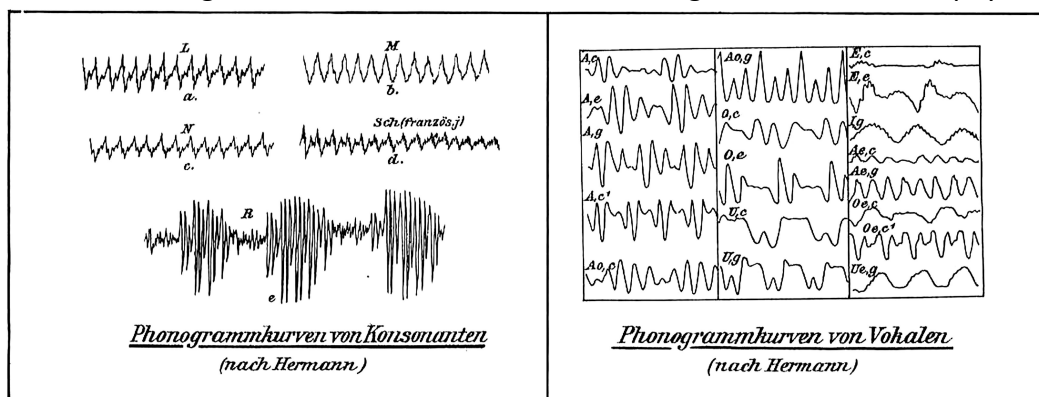


Abb. 1: Phonogramme der mündlichen Sprache (bei den Vokalen ist in Kleinbuchstaben die Tonhöhe mit angegeben). Experimente in der Nachfolge der Helmholtz'schen *Lehre von den Tonempfindungen* (1863) hatten gezeigt, dass sich der an den Sprachlauten wahrnehmbare Unterschied zwischen Vokalen und Konsonanten auf die physikalische Unterscheidung zwischen periodischen und aperiodischen Schwingungen zurückführen ließ. Diese Einsicht beruhte auf dem Kunstgriff, den flüchtigen und nahezu immateriellen Sprachlaut mithilfe der graphischen Methode zu verräumlichen und in charakteristischen Schwingungskurven zu fixieren. Ihre besondere wissenschaftliche Dignität bezog die graphische Methode aus der apparativen Kopplung zwischen dem physikalischen Schwingungsphänomen einerseits und der registrierten Spur andererseits, die mithilfe analoger Aufzeichnungsgeräte verwirklicht wurde. (Quelle: Auerbach: *Physik in graphischen Darstellungen* (1912), Tafel 94.)

⁵¹ Zu diesem Begriff vgl. Gaston Bachelard, *Die Bildung des wissenschaftlichen Geistes. Beitrag zu einer Psychoanalyse der objektiven Erkenntnis*. übers. v. Michael Bischoff, Frankfurt a.M. 1987, S. 111.

⁵² Vgl. Felix Auerbach, *Die graphische Darstellung. Eine allgemeinverständliche, durch zahlreiche Beispiele aus allen Gebieten der Wissenschaft und Praxis erläuterte Einführung in den Sinn und den Gebrauch der Methode*. Leipzig/Berlin 1914, S. 41.

lischer Erscheinungen verdanken sich Effekten der Gestaltwahrnehmung, die das Medium graphische Darstellung im Betrachter auslöst. „Die Formwahrnehmung“, schrieb der Gestalttheoretiker Rudolf Arnheim, „enthält die Anfänge der Begriffsbildung.“⁵³ Denn nicht erst die Vernunft, sondern schon der visuelle Sinn filtere aus dem Material der Wahrnehmung elementare „Formtypen“ heraus, die durch zwei begriffliche Eigenschaften gekennzeichnet seien: „[S]ie haben Allgemeinschaarakter und sie lassen sich leicht identifizieren.“⁵⁴ Dieser „Intelligenz des Sehens“, für die nach Arnheim gerade die Leistungen der Gestaltwahrnehmung sprechen,⁵⁵ kommt nun die graphische Darstellung auf halbem Wege entgegen: So lassen sich in einem Diagramm verzeichnete Kurven aufgrund ihrer charakteristischen Formung leicht wiedererkennen und bestimmten Typen zuordnen, die allgemeine mathematische Beziehungen ausdrücken und von den individuellen Umständen der Kurvenzeugung abstrahieren. Die Gestalteigenschaften im Flächenbild verschiedener Bewegungs- und Schwingungsphänomene erlaubten es dem Physiker Auerbach auf diese Weise mit einigem spekulativen Schwung überzugehen

[...] zu den Erscheinungen überhaupt, die uns der Kosmos, der physische wie der geistige, darbietet. *Solcher Erscheinungen gibt es verschiedene Typen*, und es ist fast immer möglich, einen wirklichen Vorgang entweder genau oder doch annähernd in einen dieser Typen einzuordnen. Unter diesen Typen sind zunächst vier von großer Einfachheit hervorzuheben, weil sie in unzähligen Fällen realisiert sind und sich derart ergänzen, daß sie zusammengenommen beinahe schon ein Bild des Weltgeschehens liefern.⁵⁶

Die Kurven I und III (vgl. Abb. 2) gehören in einem gewissen Sinne zusammen, da sie jeweils Prozesse beschreiben, die in einer Art von Katastrophe enden: Eine Verbrennung, die zur Explosion führt, das Leben, das mit einem plötzlichen Tod endet oder soziale Unruhen, die Krieg und Revolution zur Folge haben.⁵⁷ Komplementär hierzu verhalten sich die Kurven II und IV. Diese beschreiben Prozesse, die in immer ruhigere Bahnen einmünden und allmählich ganz ausklingen: Die Verlangsamung und das schließliche Stehenbleiben einer ins Rollen gebrachten Kugel, die Sättigung, zu der es bei der Magnetisierung eines weichen Eisenkörpers in einem magnetischen Feld kommt oder, scheinbar fernliegend, der Tod, der infolge Alterschwäche irgendwann eintritt.⁵⁸

⁵³ Vgl. Rudolf Arnheim, *Anschauliches Denken. Zur Einheit von Bild und Begriff*. a.d. Amerikan. übers. v. dems., Köln 1996, S. 37.

⁵⁴ Vgl. ebd., S. 38.

⁵⁵ Vgl. ebd., S. 24-60.

⁵⁶ Felix Auerbach, *Die graphische Darstellung. Eine allgemeinverständliche, durch zahlreiche Beispiele aus allen Gebieten der Wissenschaft und Praxis erläuterte Einführung in den Sinn und den Gebrauch der Methode*. Leipzig/Berlin 1914, S. 50f. [Hervorh. i. Orig.]

⁵⁷ Vgl. ebd., S. 51.

⁵⁸ Vgl. ebd.

Die Verräumlichung nichträumlicher Strukturbeziehungen im Diagramm korreliert mit Formtypen, die kraft ihrer Allgemeinheit und Wiedererkennbarkeit in der Wahrnehmung verarbeitet werden. Dabei geben sie Anlass zu ganz neuartigen Klassifikationen bezüglich der mit den Kurvenverläufen assoziierbaren Phänomenbereiche. Kurz: Das Klassifizieren gründet auf der visuellen Wahrnehmung von Typenähnlichkeiten. Verallgemeinernd können wir hieraus den Schluss ziehen, dass eine Kernfunktion der graphischen Darstellung offenbar darin liegt, nichträumliche Sachverhalte einer Verarbeitung durch die Intelligenz des Sehens zugänglich werden zu lassen. Einer Verarbeitung, die über beeindruckende Kapazitäten verfügt. Auch wenn man die überschwängliche Behauptung Auerbachs, in Abb. 2 „beinahe schon ein Bild des Weltgeschehens“ graphisch zustande gebracht zu haben, etwas gebremster formulieren wollte, bliebe doch die Einsicht übrig, dass die graphische Darstellung als ein Mittler zwischen Phänomen und Denken es vermag, selbst äußerst komplizierte und unübersichtliche Sachverhalte zu vergleichsweise viel einfacheren Formen zu verdichten, die dann für die Verarbeitungsprozesse der visuellen Wahrnehmung, d.h. beim Verobjektivieren, Klassifizieren, beim Typenbilden, Vergleichen usw., bereitstehen.

Damit sind die visuellen Effekte der Gestaltwahrnehmung, von denen die graphische Darstellung zehrt, bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Hierzu gehört auch die Fähigkeit unserer Wahrnehmung, das unvollständig Gesehene zu einer besser strukturierten Ganzheit vervollständigen zu können,⁵⁹ die als Form- und Größenkonstanz geläufigen Gestaltprinzipien⁶⁰ sowie der Effekt, der dazu führt, dass eng benachbarte Einzeldinge auf einförmigem Hintergrund als eine zusammengehörige Gruppe empfunden werden.⁶¹

IV.b Vernier-Effekt

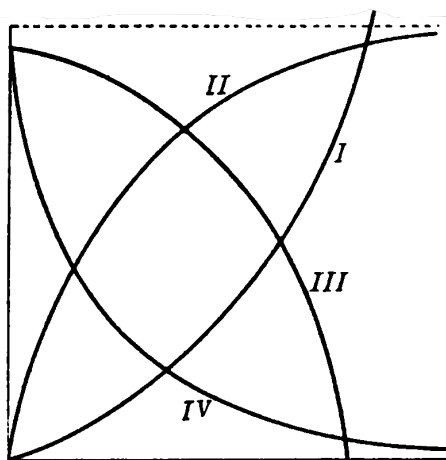


Abb. 2: Vier Typen von Kurvenverläufen. Die Abszisse bildet die Zeitdimension ab, die Ordinate die Intensität des Phänomens: I) Ein Vorgang, der von Null beginnend sich zuerst langsam und allmählich immer schneller vollzieht. II) Ein Vorgang, der ebenfalls bei Null einsetzt, aber anfangs rasch und dann immer langsamer voranschreitet, um sich asymptotisch einem bestimmten Grenzwert anzunähern. III) Ein Prozess, der in voller Intensität einsetzt, welche zuerst langsam, dann immer rascher abnimmt. IV) Ein Vorgang, der ebenfalls voll einsetzt, in seiner Intensität aber zunächst schnell, dann immer langsamer nachlässt und sich dem Nullwert asymptotisch nähert. (Quelle: Auerbach: *Die graphische Darstellung* (1914), S. 51.)

⁵⁹ Vgl. Arnheim, *Anschauliches Denken*, S. 42-44.

⁶⁰ Vgl. ebd., S. 46f.

⁶¹ Vgl. ebd., S. 61f.

Einen besonders eindrucksvollen Beleg für den Flächensinn des Geistes bietet der Vernier-Effekt, der schon bekannt war, lange bevor die Wahrnehmungspsychologie sich professionell mit derlei Phänomenen zu beschäftigen begann. Grundsätzlich können wir, erklärt Felix Auerbach, Größen aller Art durch einfache, gerade Linien von individueller Länge ausdrücken und diese Linien, zu einer graphischen Darstellung zusammengeführt, anschließend miteinander vergleichen.⁶² Auf diese Weise verräumlicht, werden abstrakte Zahlenverhältnisse, Flächenproportionen, statistische Daten und überhaupt alle quantitativ bestimmbar Phänomene und Beziehungen dem Urteil des menschlichen Auges zugänglich. Noch erheblich steigern nun lässt sich das Vermögen zur visuellen Größenschätzung, wenn die graphische Darstellung sich den Vernier-Effekt zunutze macht (vgl. Abb. 3). Der Effekt beschreibt eine formale Kontrastwirkung, die eintritt, sobald man Längen-, Flächen- oder Winkелеlemente in der Ebene auf engem Raum dicht nebeneinander platziert. Auf diese Weise werden für das Auge kleinste Differenzen registrierbar, die an den Elementen, einzeln in Augenschein genommen, nicht zu bemerken wären. Auerbach demonstriert die Leistungsfähigkeit dieses Wahrnehmungsphänomens,

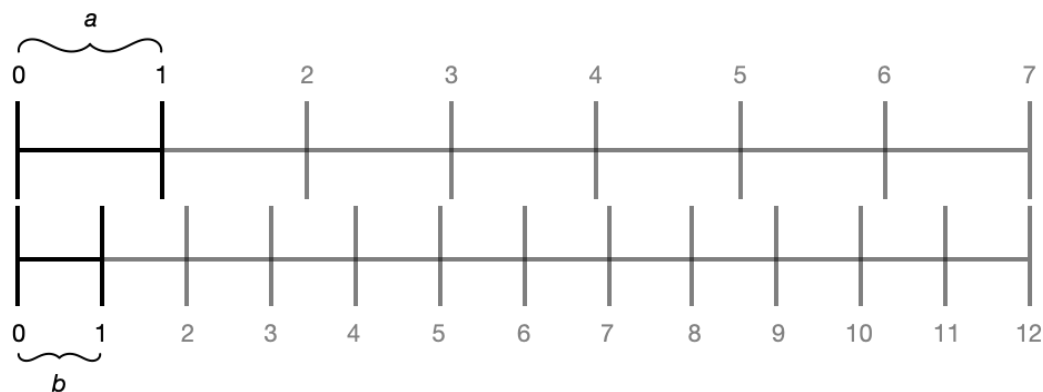


Abb. 3: Vernier-Effekt. Dem direkten visuellen Vergleich der Größen a und b lässt sich lediglich entnehmen, dass a nicht ganz das Doppelte von b ist. Trägt man aber die beiden Größen mehrfach hintereinander auf zwei parallelen, eng benachbarten Strahlen ab, tritt die exakte Proportion hervor: Das Siebenfache der Größe a entspricht genau dem Zwölffachen der Größe b . Mühelos nimmt das Auge wahr, dass die Korrespondenz bei $3a \approx 5b$ und bei $4a \approx 7b$ zwar nahezu erreicht, aber eben erst bei $7a = 12b$ vollkommen ist. Während der direkte Größenvergleich nur relativ grobe Annäherungen zuließ, macht sich die graphische Darstellung den Vernier-Effekt zunutze. Dieser beruht auf der Fähigkeit des menschlichen Auges, leicht feststellen zu können, wenn zwei in der Fläche dicht benachbarte Markierungen nicht exakt zueinander ausgerichtet sind. Benannt nach dem französischen Mathematiker Pierre Vernier (1580-1637), der als erster eine zusätzliche, bewegliche Skala (auch *Nonius* genannt) an geodätischen und astronomischen Instrumenten anbrachte, um damit die Ablesegenauigkeit zu steigern, wird der Effekt noch heute für die Doppelskala u.a. an Messschiebern ausgenutzt. In der auditiven Wahrnehmung hat der Vernier-Effekt eine direkte Entsprechung, die in der Akustik als *Schwebungen* bekannt ist. Das Phänomen tritt auf, wenn zwei Töne gleichzeitig erklingen und sich in ihrer Frequenz nur wenig voneinander unterscheiden. Beim Stimmen eines Saiteninstruments nach dem Gehör werden Schwebungen als akustische Marker benutzt.

⁶² Vgl. Felix Auerbach, *Die graphische Darstellung. Eine allgemeinverständliche, durch zahlreiche Beispiele aus allen Gebieten der Wissenschaft und Praxis erläuterte Einführung in den Sinn und den Gebrauch der Methode*. Leipzig/Berlin 1914, S. 4-6.

indem er die hörbaren Intervallbeziehungen aus der Musik in sichtbare Längenproportionen übersetzt.⁶³ Unter Ausnutzung des Vernier-Effektes können theoretisch alle Größenverhältnisse nach dem Urteil der visuellen Wahrnehmung *exakt* bestimmt werden; vorausgesetzt, sie fallen in den Bereich der rationalen Zahlen. Graphische Darstellungen dieser Art statten das Auge mit analytischen Kräften aus, die sonst nur dem numerischen Rechnen zukommen. Analogrecheninstrumente wie der Proportionalzirkel und der Rechenschieber beruhen ebenfalls auf der Idee, Zahlenrechnen durch das Abtragen und Messen von Längenabschnitten zu ersetzen.

Die Anthropotechnik Projektion, die sich in graphischen Darstellungen konkretisiert, steht zu den Verarbeitungsprozessen der visuellen Wahrnehmung in einer komplementären Beziehung: „Als Gegenstücke zu den vielfältigen Dingen der Wirklichkeit“, notiert der Gestalttheoretiker Arnheim,

[...] schafft sich das menschliche Bewußtsein einfache Formen, *die den Sinnen ihre Arbeit erleichtern* und ohne Mühe begreifbar sind. Mit Hilfe dieser Formen ist es möglich, ungegenständliche Vorstellungen handgreiflich abzubilden – etwa in ‚abstrakten‘ Gemälden oder wissenschaftlichen Schaubildern oder arithmetischen Formeln.⁶⁴

Denselben Gedanken hat auch Felix Auerbach im Sinn, wenn er mit Nachdruck betont, „daß die ‚graphische Darstellung‘ ein Lehr- und Forschungsmittel ersten Ranges ist, und daß man keine noch so große Mühe der Rechnung und Zeichnung scheuen darf, um sie bis ins äußerste nutzbar zu machen.“⁶⁵

An dieser Stelle macht sich unser anfängliches Zögern gegenüber dem Vorschlag bezahlt, die graphische Darstellung, wenn auch nur vergleichsweise, als eine Art von ‚Sprache‘ anzuerkennen, die von ihrem Betrachter ‚gelesen‘ werden müsse. Sprachliche Zeichen sind charakterisiert durch die Eigenschaften Wahrnehmbarkeit und Verstehbarkeit. Wenn wir die graphische Darstellung als ein komplexes Zeichen deuten, dann führt die traditionell sprachorientierte Terminologie von sensibel und intelligibel leicht in die Irre. Denn graphische Darstellungen sind, wie wir gesehen haben, nicht einfach wahrnehmbar *und außerdem noch* verstehbar, sondern das Verstehen findet zu einem Gutteil bereits in den Mechanismen der Wahrnehmung statt, kraft unserer „Intelligenz des Sehens“, wie Rudolf Arnheim diese Vorgänge genannt hatte. Die rigorose Anwendung des Begriffspaars Sensibilität und Intelligibilität auf die graphische Darstellung hätte also den klassischen Fall einer Kategorienverwechslung zur Folge. Man muss aufpassen, dass man die Phänomene nicht unter einer Terminologie begräbt, die eher dazu angetan ist, wesentliche Merkmale zu verstellen als herauszustellen.

⁶³ Vgl. ebd., S. 6, Fig. 3.

⁶⁴ Arnheim, *Anschauliches Denken*, S. 206. [Hervorh. N.K.]

⁶⁵ Vgl. Felix Auerbach, *Die graphische Darstellung. Eine allgemeinverständliche, durch zahlreiche Beispiele aus allen Gebieten der Wissenschaft und Praxis erläuterte Einführung in den Sinn und den Gebrauch der Methode*. Leipzig/Berlin 1914, S. 79.

Mit ihrer breiten kultur- und wissenschaftsgeschichtlich dokumentierten Vielfalt wird uns die graphische Darstellung zur Kronzeugin für einen Flächensinn des Geistes. Offenbar besitzt der menschliche Geist tatsächlich eine Art formalen Sinn, der der medialen Ausweitung, Intensivierung und auch der Ausbildung durch individuelle Übung fähig ist. Die Geschichte der graphischen Darstellung, von den ersten Zählfiguren über Karten und technische Zeichnungen bis hin zum elektrischen Schaltbild, erzählt neben unbestritten konventionellen, stilgeschichtlichen Traditionen daher auch etwas von der kulturellen Anpassung an einen spezifisch menschlichen Wahrnehmungsapparat. Abschließend wollen wir uns noch einer weiteren Ausprägung des Flächensinns zuwenden, von der sich im Rahmen der vorliegenden Untersuchung zunächst nur anekdotisch berichten lässt. Allerdings verdichten sich die Hinweise auf diese spezielle Fähigkeit des menschlichen Geistes zu einem soliden anthropologischen Beleg, wenn wir ergänzend in die Geschichte der ältesten Schriftsysteme schauen. Dabei werden wir die Entdeckung machen, dass eine Handvoll Bohnen mit antiken Zahlschriften mehr zu tun hat, als man im ersten Moment geneigt wäre zu glauben.

IV.c Simultanerfassung

Der Philosoph, Computerpionier und nachmalige Ökonomieprofessor William Stanley Jevons sitzt in seinem Arbeitszimmer in Manchester am Schreibtisch und wirft mit einer Handvoll schwarzer, getrockneter Bohnen nach einem runden, etwa handtellergroßen Pappschächtelchen, das vor ihm auf dem Tisch steht. Diese seltsame Szene spielt sich 1871 ab, ein Jahr nachdem Jevons der Royal Society sein „logical piano“ vorgestellt hatte. Einen Apparat für die mechanische Ausführung junktorenlogischen Schließens, in dem Jevons ein Analogon des menschlichen Geistes sah.⁶⁶ Die philosophische Logik in Nordamerika und Großbritannien war zur damaligen Zeit untrennbar mit psychologischen Fragen vermischt, man glaubte mit dem Studium und der Vervollkommenung mathematischer und logischer Denkwerkzeuge der Struktur des menschlichen Geistes auf der Spur zu sein. „Almost every step accomplished in the progress of the arts and sciences“, betonte Jevons einleitend in seinem Aufsatz zur logischen Maschine, „has produced some mechanical device for facilitating calculation or representing its result.“⁶⁷ Er dachte dabei vor allem an die Rechensteine der antiken Mathematiker, an Zahlschriftsysteme und andere Formen der Zahlrepräsentation. Diese historisch verbürgte Nähe zwischen dem menschlichen Geist und bestimmten, durch Kunstfertigkeit hervorbrachten materiellen Trägern geistiger Prozesse ist für Jevons Grund genug, über das Leistungsvermögen unserer Aufmerksamkeit nachzudenken, Zeichen oder gegenständliche Zahlrepräsentanten mit einem einzigen Blick erfassen zu können.

⁶⁶ Vgl. William Stanley Jevons, „On the Mechanical Performance of Logical Inference“. *Philosophical Transactions of the Royal Society* Bd. 160 (1870), S. 497-518, hier S. 498, 517.

⁶⁷ Vgl. ebd., S. 497.

Damit sich die dunklen Bohnen möglichst prägnant von ihrem Hintergrund abheben, hat er die Schachtel auf seinem Schreibtisch zuvor mit weißem Papier ausgeschlagen und wirft nun einige hundert Male eine Handvoll hinein; aus gemessenem Abstand, sodass immer eine zufällige Anzahl darin landet. Mit seinem Selbstversuch will Jevons herausfinden, wo bei ihm genau die Grenze liegt. Wird er auf einen Blick die Anzahlen von vier, fünf oder sogar sechs Bohnen zuverlässig unterscheiden können? Es geht ihm dabei um eine klar umgrenzte Fähigkeit der visuellen Wahrnehmung: Sein Versuch hat weder die Begabung zum Gegenstand, große Anzahlen von Dingen im Gesichtsfeld näherungsweise einschätzen zu können, noch zielt er auf das, was wir tun, wenn wir den Umfang einer Menge durch Nachzählen sukzessive ermitteln. Das Phänomen, für das sich Jevons interessiert, liegt vielmehr genau dazwischen. Es ist die Fähigkeit unserer Wahrnehmung, kleine Mengen *instantan*, in einem einzigen Akt des Bewusstseins erfassen und hierbei *präzise* bestimmen zu können. Bei jedem Wurf versucht er daher augenblicklich, sobald die schwarzen Bohnen auf dem hellen Hintergrund des Schachtelbodens zur Ruhe gekommen sind, deren Anzahl zu erkennen. Er notiert das Ergebnis, überprüft es anschließend durch Nachzählen und wiederholt das Ganze 1.027 mal.⁶⁸

Das Resultat dieses kuriosen Experiments liegt eher im unteren Bereich dessen, was Jevons erwartet hatte: Anzahlen bis einschließlich Vier erkennt er ausnahmslos richtig; darüber steigt die Fehlerquote jedoch so rasch an, dass sich hier eine klare Grenze ausmachen lässt.⁶⁹ Die Aufmerksamkeit ist offenbar imstande, Mengen aus bis zu vier diskreten Elementen simultan zu erfassen. Bei allem, was darüber liegt, müssen wir entweder schätzen oder nachzählen. Wenige Jahre darauf wurde diese Beobachtung unter Laborbedingungen weitgehend bestätigt. Offenbar ohne Kenntnis ihres gelehrten Vorgängers untersuchten Mitarbeiter des weltweit ersten Instituts für experimentelle Psychologie, das soeben erst unter der Leitung Wilhelm Wundts an der Universität Leipzig gegründet worden war, das Phänomen unter einem etwas breiteren Blickwinkel an Schriftzeichen, Bildern und Farben mithilfe aufwändiger Reaktionszeitmessungen.⁷⁰ Diese Experimente resümierend hält Wilhelm Wundt über die gleichzeitige Erkennbarkeit mehrerer Schriftzeichen oder Zahlrepräsentanten in seinem *Grundriss der Psychologie* (1896) fest:

Von etwas zusammengesetzteren Eindrücken von bekannter Beschaffenheit, wie einfachen Linien, Ziffern, Buchstaben, werden in der Regel nur 3-4, unter günstigsten Bedingungen 5 simultan apperzipiert.⁷¹

Das Phänomen ist seither unter dem Begriff Simultanerfassung geläufig. Im angelsächsischen Sprachraum wurde dafür, nachdem der Effekt um die Mitte des 20.

⁶⁸ Vgl. William Stanley Jevons, „The Power of Numerical Discrimination“. *Nature* 3, 67 (1871), S. 281-282, hier S. 281.

⁶⁹ Vgl. ebd., S. 282.

⁷⁰ Vgl. James McKeen Cattell, „Über die Zeit der Erkennung und Benennung von Schriftzeichen, Bildern und Farben“. *Philosophische Studien* Bd. 2 (1885), S. 635-650.

⁷¹ Wilhelm Wundt, *Grundriss der Psychologie*. Leipzig 1896, S. 248.

Jahrhunderts noch einmal wiederentdeckt worden war, der Begriff *subitizing* (von lat. *subito*, „plötzlich“) eingeführt.⁷²

Neben dem Phänomen als solchem machen Wundt und seine Mitarbeiter aber auch noch eine andere Entdeckung, die sich auf die Komplexität der simultan zu erfassenden Zeichen bezieht. Es sei nämlich „der Umfang der Aufmerksamkeit keine constante Größe“, sondern „theils von der einfachen oder zusammengesetzten Beschaffenheit der Eindrücke, theils von ihrer Geläufigkeit“ abhängig.⁷³ Offenbar hat die Vertrautheit mit den präsentierten Zeichen einen Einfluss auf deren gleichzeitig wahrnehmbare Anzahl. Wichtiger aber noch ist der Hinweis auf den Grad ihrer Zusammengesetztheit: Wir können nämlich Zeichen zu Mustern anordnen und diese Muster dann simultan wahrnehmen. Den Effekt der Mustererkennung ausnutzend lassen sich also, wenn die Muster ihrerseits hinreichend konventionalisiert und daher ihren Lesern vertraut sind, erheblich mehr Zeichen auf einen Blick erfassen, als dies ohne Einbindung in eine solche strukturierte Anordnung möglich wäre.⁷⁴ Ohne seine Fähigkeit zur Simultanerfassung und zum Wahrnehmen von Mustern wäre der Mensch wie eine Ameise auf einer Buchseite. Er wäre dazu verurteilt, die materiellen Merkmale der Zeichen eins nach dem andern abtasten und dann mühsam im Gedächtnis wieder zusammenfügen zu müssen.

Tatsächlich bringt der Terminus der Simultanerfassung nur ein archaisches Erfahrungswissen auf den Begriff, das seit etwa fünf Jahrtausenden in den ältesten bekannten Zahlschriftsystemen manifestiert vorliegt. Auch das Phänomen der Mustererkennung lässt sich hier schon nachweisen. Wenn wir die kleinsten Zahlzeichen der sumerischen Keilschrift mit den ägyptischen Hieroglyphenzahlen vergleichen, die annähernd zur selben Zeit entstanden sind, und außerdem die römischen Zahlzeichen und jene der altindischen Brahmi-Schrift heranziehen (vgl. Abb. 4), dann können wir die Beobachtung machen, dass in ihnen, so wie noch in vielen weiteren antiken Zahlschriftsystemen, eine einheitliche Struktur hervortritt:⁷⁵ Die ersten drei bis vier Zahlausdrücke wurden offenbar ganz einfach durch

Sumerisch	𐎶	𐎶𐎶	𐎶𐎶𐎶	𐎶𐎶𐎶𐎶	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
Ägyptisch	𐦢	𐦢𐦢	𐦢𐦢𐦢	𐦢𐦢𐦢𐦢	𐦢𐦢𐦢𐦢𐦢
Römisch	I	II	III	IV	V
Brahmi	ॐ	ॐॐ	ॐॐॐ	ॐॐॐॐ	ॐॐॐॐॐ

Abb. 4: Die Zahlen Eins bis Fünf in antiken Zahlschriftsystemen. Die römischen Zahlzeichen und die altindische Brahmi-Zahlschrift führen ab der Schwelle der Zahl Vier neue Symbole ein. Die sumerische Keilschrift reagiert auf diese Schwelle durch Zusammenfassen der Zeichen in einem Muster. Zu demselben Mittel greift auch die ägyptische Hieroglyphenschrift an der Schwelle der Zahl Fünf.

⁷² Vgl. E.L. Kaufman/M.W. Lord/T.W. Reese et al., „The Discrimination of Visual Number“. *The American Journal of Psychology* 62, 4 (1949), S. 498-525, hier S. 520.

⁷³ Vgl. Wilhelm Wundt, *Grundriss der Psychologie*. Leipzig 1896, S. 248.

⁷⁴ Vgl. ebd., S. 248f.

⁷⁵ Dies hat Georges Ifrah eindrucksvoll gezeigt: Georges Ifrah, *The Universal History of Numbers. From Prehistory to the Invention of the Computer*. New York/Chichester et al. 2000, S. 6-10.

Wiederholung ein und desselben Elementarzeichens erzeugt. Aufschlussreich hieran ist nicht die Regelmäßigkeit als solche, sondern die Tatsache, dass sich diese in allen Fällen erhalten hat, lange nachdem die Zahlschriftsysteme schon voll ausgebildet waren. Kulturell unabhängig voneinander entstanden, sind die ältesten Zahlschriften sehr wahrscheinlich alle aus graphischen Zählmarken hervorgegangen. Aus Punkt- oder Strichreihen etwa, wie wir sie auch heute noch benutzen, wenn wir eine Strichliste anlegen. Indem wir Zahlen mit solchen Markierungen darstellen, z.B. die Zahl Drei mit ||| oder die Fünf mit ||||, bringen wir die Zahlbedeutung ikonisch durch Eigenschaften am Ausdrucksmaterial der Zeichen zur Geltung: Die Anzahl der Striche und die Zahlbedeutung decken einander. Da aber die Lesbarkeit der auf solche Art niedergelegten Anzahlen sehr bald an eine Grenze stößt, hat sich historisch eine Fülle an Zahlschriftsystemen herausgebildet, die gemäß bestimmter Aufbauprinzipien auf dem Weg der Symbolisierung oder der konventionellen Anordnung in Mustern dem Erfordernis der semiotischen Ökonomie Rechnung tragen. Sie alle geben je auf eigene Weise eine Antwort auf die Frage, wie wir mit einer begrenzten Anzahl von Zeichenvariationen, die für das lesende Auge noch zuverlässig zu unterscheiden sind, sehr viel größere Zahlen anschreiben können. Zahlschriftsysteme sondern sich also historisch von dem einfachen Modell der Strichliste dadurch ab, dass bei ihnen weitestgehend nicht mehr die Anzahl der graphischen Unterscheidungsmerkmale mit der Zeichenbedeutung selber zusammenfällt. Dass von diesem Umbau nun aber mit frappierender Regelmäßigkeit gerade die kleinsten Zahlen ausgespart geblieben sind, zeigt, dass diese weit weniger dem der Lesbarkeit geschuldeten Druck zur Systembildung ausgesetzt gewesen sind als die größeren Zahlen. Die Zeichen für die Zahlen Eins bis Drei in den antiken Schriftsystemen legen somit ein zwar indirektes, dafür aber sehr robustes Zeugnis ab für die von kulturellen Prägungen unbeeinflusste Fähigkeit des menschlichen Auges zur Simultanerfassung.⁷⁶ Die Konstituenten der drei kleinsten Zahlzeichen in der sumerischen, ägyptischen, in der lateinischen und in der altindischen Schrift konnten ohne nachzählen zu müssen durch das Auge mit einem einzigen Blick erfasst werden. Genau diese Angepasstheit an die menschliche Wahrnehmung hat den früheren, noch aus dem Stadium der Zählmarken stammenden Formen zeichenevolutionär das Überleben gesichert.

Interessant und aufschlussreich ist aber auch, was nach den ersten drei bis vier Zahlzeichen geschieht (vgl. Abb. 4). Jenseits dieser Schwelle schalten die römischen Zahlen und die altindische Brahmi-Zahlschrift auf Symbolbildung um. Die sumerischen und die ägyptischen Zahlzeichen hingegen benutzen vorerst weiterhin das hergebrachte Zeichenmaterial und bilden daraus konventionelle Muster. Diese Strategie beruht (neben dem Einfluss der Schreibmaterialien) offenbar auf der Erfahrung, dass sich die Wirksamkeit der Simultanerfassung noch um einige Grade weiter steigern lässt, wenn das ikonische Zeichenmaterial in regelmäßige

⁷⁶ Vgl. auch: Stanislas Dehaene, *Der Zahlensinn oder Warum wir rechnen können*. a. d. Amerikan. übers. v. Anita Ehlers, Basel 1999, S. 79-86; Karenleigh A. Overmann, „A cognitive archaeology of writing: concepts, models, goals“. In: Boyes, Philip J./Steele, Philippa M./Astoreca, Natalia Elvira (Hgg.): *The Social and Cultural Contexts of Historic Writing Practices*. (= Contexts of and Relations between Early Writing Systems Bd. 2) Oxford/Philadelphia 2021, S. 55-72, hier S. 69f.

und konventionell festliegende Anordnungen gebracht wird. So entstehen prägnante Muster wie auf Spielwürfeln und Dominosteinen,⁷⁷ die als Ganzheiten wahrgenommen ihrerseits unterscheidende Funktion übernehmen.

Simultanerfassung und das Erkennen von Mustern waren, wie wir an einigen Fällen gesehen haben, für die Entstehung der allermeisten antiken Zahlschriften von grundlegender Bedeutung. Natürlich hing die Entwicklung der Zahlschriftsysteme nie bloß von einem einzelnen bestimmenden Faktor ab, wie eben den Limitationen der menschlichen Wahrnehmung. Und dennoch ist dieser Faktor offenbar so prägend gewesen, dass er bei der Ausformung der Zahlschriftsysteme über große Zeiträume hinweg tiefe Spuren hinterlassen hat. Dies aber heißt: Wann immer Menschen Zahlen aufschrieben oder lasen, kam ihnen ihr Flächensinn des Geistes, kam ihnen die Fähigkeit entgegen, Kollektionen graphischer oder gegenständlicher Elemente simultan erfassen zu können. Für den Zahlensinn des Menschen gilt die Simultanerfassung heute als eine kognitiv elementare Kompetenz, weit mehr noch als das Zählenkönnen.⁷⁸ Aber auch entwicklungsgeschichtlich gingen, wie durch Kulturvergleiche schon früh bestätigt worden ist, dem begrifflichen Erfassen der Zahlen im Sinne homogener Elemente, zu dem es erst durch die generalisierende Handlung des Zählens kommen konnte, gestalthafte Muster oder „Zahlgebilde“ voraus.⁷⁹

V. Schluss

Aus der Vielzahl an visuellen Wahrnehmungsphänomenen, denen eine kognitive Funktion zugeschrieben werden kann, haben wir lediglich drei Erscheinungen herausgehoben: den Wahrnehmungseffekt der Verdichtung und Typenbildung, die Verstärkung des visuellen Unterscheidungsvermögens durch den Vernier-Effekt sowie die Simultanerfassung. Je auf eigene Weise belegen alle drei Erscheinungen den ausgeprägten Flächensinn des menschlichen Geistes. Unser visuelles Vermögen, figurative oder gestalthafte Ganzheiten zu registrieren ist der Grund, weshalb die Natur- und Sozialwissenschaften so ausgiebig von graphischen Darstellungen Gebrauch machen, um für ihre Sachverhalte, die zunächst meist in der Form von Datensätzen oder Messreihen vorliegen, eine konzeptuelle Verdichtung und verallgemeinernde Typenbildung zu erzielen. Beides sind grundlegende epistemische Funktionen, ohne die so etwas wie Theoriebildung in den empirischen Disziplinen, wenn nicht schlechthin ausgeschlossen, so doch deutlich erschwert wäre. Man versuche nur, sich die Normalverteilung als einen epistemischen Gegenstand vorzustellen, ohne dabei an die Glockenkurve zu denken. Diagramme verleihen

⁷⁷ Zu den hier wirksamen Gestaltfaktoren der prägnanten Form und des Gewohnten vgl. Max Wertheimer, „Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt II.“ *Psychologische Forschung: Zeitschrift für Psychologie und ihre Grenzwissenschaften* 4 (1923), S. 301-350, hier S. 316-319, 331-337.

⁷⁸ Vgl. Dehaene, *Der Zahlensinn*, S. 103f.

⁷⁹ Vgl. Max Wertheimer, „Über das Denken der Naturvölker I. Zahlen und Zahlgebilde.“ *Zeitschrift für Psychologie* 60 (1912), S. 321-378, hier S. 324-332.

abstrakten Sachverhalten eine Identität, so wie das Gesicht dem Menschen. Hin- gegen nicht Zusammenhänge, sondern Unterschiede werden durch den Vernier- Effekt vorfällig und in der Wahrnehmung als Proportionen verarbeitbar. Diese Ver- stärkung unseres visuellen Unterscheidungsvermögens beruht auf einer formalen Kontrastwirkung, die zustande kommt, wenn Längen-, Flächen- oder Winkелеle- mente in der Ebene auf engem Raum so angeordnet werden, dass selbst kleinste Differenzen für das Auge deutlich sichtbar hervortreten. Graphische Darstellun- gen, die den Vernier-Effekt ausnutzen, sind in der Lage, das Auge unter Umgehung des numerischen Rechnens mit der analytischen Kraft auszustatten, derer es be- darf, um rationale Größenverhältnisse exakt zu bestimmen. Dem Sehvermögen werden dabei also buchstäblich rechnende Funktionen zuteil. Für das Zahlenrech- nen wiederum von elementarer Bedeutung ist die Fähigkeit, kleine Anzahlen auf einen Blick zu erfassen. Der visuelle Sinn umfasst in der Regel nicht mehr als drei bis vier diskrete Elemente simultan, ist aber imstande, kraft der Gruppierung zu Mustern diese Grenze noch um einiges weiter hinauszuschieben. Auch die Wurzel unserer Zahlvorstellungen also ist durch intensive Bezüge zum visuellen Flächen- raum charakterisiert. Wir können den gesamten Umfang kultureller Artefakte und flacher Anordnungen, die durch Verräumlichung nichträumlicher Strukturbezie- hungen dem Flächensinn des Geistes zuarbeiten, als Projektionstechniken anspre- chen. Ein Phänomen, dessen anthropologische Tragweite kaum hoch genug einzu- schätzen ist.

In den zurückliegenden Abschnitten haben wir allein von der Rolle gesprochen, die die formale Wahrnehmung in projektionsbedingten Denkvorgängen spielt. Auch bei Felix Auerbach etwa traten die operativen Aspekte graphischer Darstel- lungen nur sehr am Rande in den Blick.⁸⁰ Um jedoch zu einem umfassenden anth- ropotechnischen Begriff von Projektion zu gelangen, wäre es erforderlich, außer- dem zu untersuchen, welche Bedeutung der Beteiligung der Hand zukommt. Was hieße es im anthropologischen Maßstab, ‚mit den Händen denken‘ zu können? Eine Frage, die weder leicht noch kurz und bündig zu beantworten ist und die des- halb eine eigene Untersuchung verdient. Projektion – dies war die anfängliche These – läuft nicht nur auf Repräsentation und Sichtbarmachung hinaus, sondern zielt auf eine perzeptive und gleichermaßen operative Verfügbarmachung von Wissensdingen in einem flachen Wahrnehmungs- und Manipulationsraum. Bei der Lösung des Problems, die Entstehung intelligenten Verhaltens zu erklären, birgt der Projektionsbegriff die Chance, genügend Raum für die kulturelle Evolution des Menschen zu lassen, ohne deshalb die biologischen Tatsachen zu ignorieren. In dieser doppelten Eigenschaft bietet er eine robuste Grundlage für den Versuch, das diagrammatische Denken kultur- und mathematikgeschichtlich zu historisie- ren.

⁸⁰ Vgl. etwa das Kapitel, in dem Auerbach die Methoden der Inter- und Extrapolation erörtert: Felix Auerbach, *Die graphische Darstellung. Eine allgemeinverständliche, durch zahlreiche Beispiele aus allen Gebieten der Wissenschaft und Praxis erläuterte Einführung in den Sinn und den Gebrauch der Methode*. Leipzig/Berlin 1914, S. 10-21. Zur graphischen Generalisierung vgl. ferner die 2. Aufl.: Felix Auerbach, *Die graphische Darstellung. Eine allgemeinverständliche, durch zahlreiche Beispiele aus allen Gebieten der Wissenschaft und Praxis erläuterte Einführung in den Sinn und den Gebrauch der Methode*. 2. Aufl., Leipzig/Berlin 1918, S. 50f.

Literatur

- Arnheim, Rudolf. *Anschauliches Denken. Zur Einheit von Bild und Begriff*. a.d. Amerikan. übers. v. dems., Köln 1996.
- Auerbach, Felix. „Die graphische Darstellung“. *Die Naturwissenschaften* 6 u. 7 (1913), S. 139-145 u. S. 159-164.
- *Die graphische Darstellung. Eine allgemeinverständliche, durch zahlreiche Beispiele aus allen Gebieten der Wissenschaft und Praxis erläuterte Einführung in den Sinn und den Gebrauch der Methode*. Leipzig/Berlin 1914.
 - *Die graphische Darstellung. Eine allgemeinverständliche, durch zahlreiche Beispiele aus allen Gebieten der Wissenschaft und Praxis erläuterte Einführung in den Sinn und den Gebrauch der Methode*. 2. Aufl., Leipzig/Berlin 1918.
 - *Physik in graphischen Darstellungen*. Leipzig/Berlin 1912.
- Bachelard, Gaston. *Die Bildung des wissenschaftlichen Geistes. Beitrag zu einer Psychoanalyse der objektiven Erkenntnis*. Übers. v. Michael Bischoff, Frankfurt a.M. 1987.
- Bertin, Jacques. *Graphische Semiologie. Diagramme, Netze, Karten*. Übers. u. bearb. n. d. 2. französ. Aufl. v. Georg Jensch, Dieter Schade u. Wolfgang Scharfe, Berlin/New York 1974.
- Cattell, James McKeen. „Über die Zeit der Erkennung und Benennung von Schriftzeichen, Bildern und Farben“. *Philosophische Studien* Bd. 2 (1885), S. 635-650.
- Chadarevian, Soraya de. „Die ‚Methode der Kurven‘ in der Physiologie zwischen 1850 und 1900“. In: Hagner, Micheal (Hg.): *Ansichten der Wissenschaftsgeschichte*. Frankfurt a.M. 2001, S. 161-188.
- Daston, Lorraine/Galison, Peter. „Das Bild der Objektivität“. In: Geimer, Peter (Hg.): *Ordnungen der Sichtbarkeit. Fotografie in Wissenschaft, Kunst und Technologie*, Frankfurt a.M. 2002, S. 29-99.
- Dehaene, Stanislas. *Der Zahlensinn oder Warum wir rechnen können*. a. d. Amerikan. übers. v. Anita Ehlers, Basel 1999.
- Dennett, Daniel C. *Spielarten des Geistes. Wie erkennen wir die Welt? Ein neues Verständnis des Bewußtseins*. a.d. Amerikan. übers. v. Sebastian Vogel, München 1999.
- Deutsches Wörterbuch von Jacob und Wilhelm Grimm*. 16 Bde. in 32 Teilbänden, Leipzig 1854-1961. digitalisierte Fassung im Wörterbuchnetz des Trierer Center for Digital Humanities, Version 01/23, <<https://www.woerterbuchnetz.de/DWB>>, abgerufen am 18.12.2024.
- Dijksterhuis, Eduard J. *Die Mechanisierung des Weltbildes. Mit einem Geleitwort zur Reprintausgabe von Heinz Maier-Leibnitz*. Berlin/Heidelberg/New York 1983.
- Foucault, Michel. „Technologien des Selbst.“ In: Martin, Luther H./Gutman, Huck/Hutton, Patrick H. (Hgg.): *Technologien des Selbst*. a. d. Amerikan. übers. v. Michael Bischoff, Frankfurt a.M. 1993, S. 24-62.
- Heidegger, Martin. „Bauen Wohnen Denken.“ In: Ders.: *Gesamtausgabe*. 1. Abt., Bd. 7, hg. v. Friedrich-Wilhelm von Herrmann, Frankfurt a.M. 2000, S. 146-164.
- „Die Zeit des Weltbildes.“ In: Ders.: *Holzwege*. Frankfurt a.M. 1980, S. 73-110.

- Helmholtz, Hermann v. *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*. Braunschweig 1863.
- Holzmüller, Thilo. „Projektion – ein fragwürdiger Begriff in der Feuerbachrezeption? Die Projektionstheorie Hans-Martin Barths als Erklärungsmodell für Ludwig Feuerbachs Religionskritik“. *Neue Zeitschrift für systematische Theologie und Religionsphilosophie* 28 (1986), S. 77-100.
- Husserl, Edmund. *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie. Eine Einleitung in die phänomenologische Philosophie*. (= Husserliana Bd. VI), hg. v. Walter Biemel, Den Haag 1976.
- Ifrah, Georges. *The Universal History of Numbers. From Prehistory to the Invention of the Computer*. New York/Chichester et al. 2000.
- Jevons, William Stanley. „On the Mechanical Performance of Logical Inference“. *Philosophical Transactions of the Royal Society* Bd. 160 (1870), S. 497-518.
- „The Power of Numerical Discrimination“. *Nature* 3, 67 (1871), S. 281-282.
- Kapp, Ernst. *Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Cultur aus neuen Gesichtspunkten*. Braunschweig 1877.
- Kaufman, E.L./Lord, M.W./Reese, T.W. et al. „The Discrimination of Visual Number“. *The American Journal of Psychology* 62, 4 (1949), S. 498-525.
- Ketner, Kenneth Laine. „The Early History of Computer Design. Charles Sanders Peirce and Marquand's Logical Machines“. *The Princeton University Library Chronicle* 45, 3 (1984), S. 187-224.
- Kirsh, David. „The intelligent use of space“. *Artificial Intelligence* 73 (1995), S. 31-68.
- Kluge, Friedrich. *Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache*. Berlin/New York 1989.
- Kopernikus, Nikolaus. *De revolutionibus orbium caelestium. Textkritische Ausgabe*. Gesamtausgabe Bd. 2, hg. v. Franz Zeller und Karl Zeller, München 1949.
- Köster, Werner. „Raum.“ In: Konersmann, Ralf (Hg.): *Wörterbuch der philosophischen Metaphern*. Darmstadt 2014, S. 278-296.
- Liggieri, Kevin. „Anthropotechnik.“ In: Heßler, Martina/Liggieri, Kevin (Hgg.): *Technikanthropologie. Handbuch für Wissenschaft und Studium*. Baden-Baden 2020, S. 308-313.
- „Von der ‚Menschen-zucht‘ zur ‚Menschen-behandlung‘. Zur Begriffsgeschichte der Anthropotechnik“. *Archiv für Begriffsgeschichte* 57 (2015), S. 235-258.
- Lotman, Juij M. *Die Struktur literarischer Texte*. übers. v. Rolf-Dietrich Keil, München 1993.
- Mauss, Marcel. *Soziologie und Anthropologie*. Bd. 2: Gabentausch, Todesvorstellung, Körpertechniken, Wiesbaden 2010.
- Novalis. „Das allgemeine Brouillon. Materialien zur Enzyklopädistik 1798/99“. In: Ders.: *Schriften*. Bd. 3: Das philosophische Werk II, hg. v. Richard Samuel, Hans-Joachim Mähl, Gerhard Schulz, 3. durchges. u. revidierte Aufl., Stuttgart/Berlin/Köln et al. 1983, S. 207-478.
- Overmann, Karenleigh A. „A cognitive archaeology of writing: concepts, models, goals“. In: Boyes, Philip J./Steele, Philippa M./Astoreca, Natalia Elvira (Hgg.): *The Social and Cultural Contexts of Historic Writing Practices*. (= Contexts of and Relations between Early Writing Systems Bd. 2) Oxford/Philadelphia 2021, S. 55-72.

- Peirce, Charles S. *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*. Bde. I-VI hg. v. Charles Hartshorne u. Paul Weiss, 1931-1935; Bde. VII-VIII hg. v. Arthur W. Burks, 1958, Cambridge, Mass.
- „Lectures on Pragmatism, Lecture II (302, 303)“. In: Ders.: *The New Elements of Mathematics*. Bd. 4, hg. v. Carolyn Eisele, The Hague/Paris/Atlantic Highlands N.J. 1976, S. 149-166.
 - „On the Algebra of Logic. A Contribution to the Philosophy of Notation“. *American Journal of Mathematics* 7, 2 (Jan. 1885), S. 180-196; 7,3 (Apr. 1885), S. 197-202.
 - „(PAP) (293) [Prolegomena for an Apology to Pragmatism]“. In: Ders.: *The New Elements of Mathematics*. Bd. 4, hg. v. Carolyn Eisele, The Hague/Paris/Atlantic Highlands N.J. 1976, S. 313-330.
 - „[Parts of Carnegie Application] (L 75)“. In: Ders.: *The New Elements of Mathematics*. Bd. 4, hg. v. Carolyn Eisele, The Hague/Paris/Atlantic Highlands N.J. 1976, S. 13-73.
 - „Sketch of a New Philosophy (928)“. In: Ders.: *The New Elements of Mathematics*. Bd. 4, hg. v. Carolyn Eisele, The Hague/Paris/Atlantic Highlands N.J. 1976, S. 375-379.
- Sass, Hans-Martin. „Projektion.“ In: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*. Bd. 7, hg. v. Joachim Ritter und Karlfried Gründer, Basel 1989, Sp. 1458-1462.
- Schmieder, Falko. „„Entwerfungsarten‘ im Zusammenhang. Zur interdisziplinären Geschichte des Projektionsbegriffs“. In: Müller, Ernst/Schmieder, Falko (Hgg.): *Begriffsgeschichte der Naturwissenschaften. Zur historischen und kulturellen Dimension naturwissenschaftlicher Konzepte*. Berlin/New York 2008, S. 73-93.
- „Von der Methode der Aufklärung zum Mechanismus des Wahns. Zur Geschichte des Begriffs ‚Projektion‘“. *Archiv für Begriffsgeschichte* 47 (2005), S. 165-191.
- Sloterdijk, Peter. *Du mußt dein Leben ändern*. Frankfurt a.M. 2012.
- *Nach Gott*. Berlin 2017.
 - *Scheintod im Denken. Von Philosophie und Wissenschaft als Übung*. Berlin 2010.
 - „Spielen mit dem, was mit uns spielt. Über die physischen und metaphysischen Wurzeln des Sports“. *Zeitschrift für Kulturphilosophie*, 1 (2010), S. 73-78.
- Wertheimer, Max. „Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt II.“ *Psychologische Forschung: Zeitschrift für Psychologie und ihre Grenzwissenschaften* 4 (1923), S. 301-350.
- „Über das Denken der Naturvölker I. Zahlen und Zahlgebilde“. *Zeitschrift für Psychologie* 60 (1912), S. 321-378.
- Wundt, Wilhelm. *Grundriss der Psychologie*. Leipzig 1896.
- *Grundzüge der physiologischen Psychologie*. Bd. 2, 5. Aufl., Leipzig 1902.