

Gabriele  
Gramelsberger

## Vom Verschwinden der Orte in den Daten

Über die zunehmende Virtualisierung in den Wissenschaften

Orte erfüllen in den Wissenschaften eine wichtige Funktion. Ohne sich auf konkrete Orte zu beziehen – im Experiment, in der Messung, in der Vorhersage –, würden die Naturwissenschaften ihre Legitimation, reelles Wissen zu produzieren, verlieren. Doch der Umgang mit den Orten wandelt sich. Zunehmend verschiebt sich diese Projektionsfläche für Referenz ins Virtuelle, verlieren die Orte sich immer tiefer in den Daten. Die Suche nach den Spuren ihres Verschwindens führt vom Urwald Amazoniens in die Archive und Datenspeicher der Wissenschaften.

### Semiotische Substitutionen

Die Geschichte der Bodenforscher, wie Bruno Latour sie erzählt, handelt von der Untersuchung eines konkreten Ortes: der scharfen Trennlinie zwischen Urwald und Savanne von Boa Vista im brasilianischen Bundesstaat Roraima. Worauf ist diese Trennlinie zurückzuführen? Breitet sich der Urwald aus oder die Savanne? Wer weicht zurück? Die Forscher beobachten die Natur und wandeln sie in eine Art Freiluftlabor um, der Wissenschaftsforscher beobachtet die Forscher, und alle werden sie misstrauisch beäugt von den belästigten Tieren und den Goldsuchern. Wonach wird hier von den Bodenkundlern geschürft? Nach Referenz, würde Latour wohl sagen, denn wir »vergessen immer, dass das Wort »Referenz« vom lateinischen Verb *referre* abgeleitet ist, was so viel heißt wie »herbeischaffen« (Latour, S. 45). Die Aktionen, die dabei von den Forschern unternommen werden, verwandeln ein ausgewähltes Stück Urwald/Savanne in ein Laboratorium, gemäß den reglementierten Protokollen ihrer Wissenschaft: 1. Man steckt ein Stück Urwald und Savanne als Planquadrat ab, 2. unterteilt dieses mit Hilfe von Kompass, Gefällemesser und orangem Pedologenfaden in Felder, 3. überträgt die Koordinaten auf Millimeterpapier, 4. nimmt Bodenproben, die in einen Kasten mit kleinen Kartonschachteln gelegt werden.

Es wäre keine Wissenschaft, wenn die Anordnung und Anzahl der abgesteckten Felder nicht mit der Anordnung und Anzahl der Kartonschachteln des so genannten Pedokomparators übereinstimmen würden. Doch damit ist die Arbeit nicht getan: Es fehlt das Nummerieren der Schachteln, das Protokollieren und Einordnen der Sondierungen im Rahmen des Koordinatensystems und schließlich die Klassifikation der Bodenproben gemäß dem Munsell-Code, der die Färbung jeder Probe eindeutig differenziert. »Die einmalige Farbe eines bestimmten Klumpens wird zu einer (relativ) universalen Chiffre. [...] Vermittels des trickreichen Munsell-Code liest sich ein Klumpen wie ein Text: ›10YR3/2‹.« (Latour, S. 74f.) Dabei vergleicht der Forscher die Bodenprobe mit den Farbkarten. Ein Loch in der Mitte erlaubt es ihm, eine möglichst große Nähe zwischen der Materialität der Probe und dem Zeichenäquivalent herzustellen (vgl. Bild Seite 32).

Der weitere Prozess der pedologischen Forschung vom Urwald über das Labor bis zur Fachpublikation soll hier nicht erörtert werden, denn uns interessiert die Transformation des materiellen Ortes in die Zeichen bzw. das Verschwinden des Ortes in den Daten – ein alltägliches Geschäft der Wissenschaften im Umgang mit der Welt. Latour dokumentiert mit Akribie die Kaskade wissenschaftlicher Handgriffe. Es geht ihm darum, die Auffassung vom »einfachen Steg« über die Kluft zwischen Wort und Welt zu widerlegen. Ähnlichkeit soll die Kluft überbrücken und eine Korrespondenz zwischen beiden herstellen. Doch, nur eine »einzige und zugleich winzige ihrer Etappen (der Übergang von der Farbe der Scholle zur Farbe des Standards) beruht auf Ähnlichkeit, auf *adaequatio*. Alle anderen hängen allein von der Erhaltung der Spuren ab, die einen reversibeln *Parcours* markieren. [...] Keine Etappe – bis auf eine – ähnelt der vorhergehenden, und doch halte ich am Ende, wenn ich den Expeditions-



bericht lese, den Urwald von Boa Vista in meinen Händen, und es spricht ein Text wahrhaftig von der Welt« (Latour, S. 76).

Latours Akribie fördert jedoch noch etwas anderes zutage: das Verschwinden des Ortes in den Daten. Schritt für Schritt wird aus dem konkreten Ort (Urwald) ein abgezirkeltes Stück Waldboden, das in Form von Bodenproben in Kartonschachteln landet und – protokolliert, vermessen und diagrammatisch aufbereitet – auf Millimeterpapier und im Expeditionsbuch Spuren hinterlässt. Der reale Ort dient den Forschern als Projektionsfläche, indem sie ihm ein kartesisches Raster überstülpen. Mit Hilfe des orangenen Pedologenfadens schreiben sie die Koordinaten direkt in den Wald ein und ermöglichen auf diese Weise erst den Transfer in die Raster der Zeichensysteme. »Was wir durch die aufeinander folgenden Reduktionen des Bodens an Materie verlieren, gewinnen wir hundertfach durch den Anschluss an die Schrift, die Berechnung und das Archiv.« (Latour, S. 69) Der für die Wissenschaft entscheidende Punkt liegt in der strukturellen Ordnung, die Beliebigkeit und Fiktionalität ausschließen soll, egal, ob es sich dabei um Sondierungen, Pedokomparatoren, Diagramme oder Ziffern handelt. Der Parcours sei reversibel, schreibt Latour, und meint damit, dass die Bodenproben, Lageskizzen, Fotos, Expeditionsbücher und mehr im Institut der Forscher noch lange archiviert sein werden, wenn eventuell der Urwald längst gerodet wurde oder den Goldschürfern zum Opfer fiel. Zumindest zu den archivierten Materialien – die als Exemplifikationen selbst zu Zeichen werden – ließen sich dann noch die Spuren zurückverfolgen.

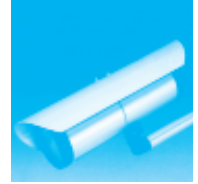
### Weisen der Welterzeugung

Die Geschichte erzählt von einer Natur, der durch gezielte Untersuchungen ihre Geheimnisse abgetrotzt werden, von Theorie, aber auch von aufregender Feldforschung in den Wäldern Amazoniens. Die Bodenprobe

zwischen den Fingern hat etwas Handfestes, etwas, worauf sich Theorie bezieht; ein Anker, der ausgeworfen wurde, um die Stichhaltigkeit für wissenschaftliche Weltklärung zu garantieren. Auch wenn die Bodenprobe nicht den Urwald im Gesamten repräsentiert, so dient ihre physische Existenz in der Schublade des Archivs als empirische Basis der Forschung und Beweis für die Nähe der Wissenschaft zur Realität. Wir können uns rückversichern: Diese Wissenschaft betreibt keine fiktiven Spiele. Was aber im wissenschaftlichen Diskurs letztendlich zählt, sind die semiotischen Substitutionen: die Daten. Sie lassen sich vom Ort ins Labor faxen, sie sind die Basis der Expeditionsberichte und fachwissenschaftlichen Veröffentlichungen.

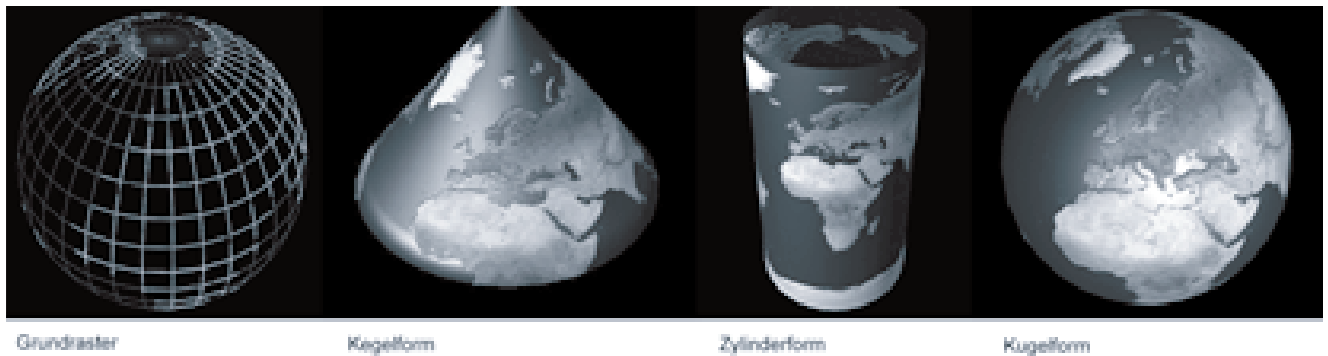
Wäre nicht der Wissenschaftsforscher, wüssten Außenstehende wenig von dem Parcours, den die Forscher abstecken, um die semiotischen Manöver auszuführen, die den Ort als wissenschaftliche Projektionsfläche erschließen. Irgendwann im Laufe dieses Prozesses schieben sich die Zeichen über die Proben, lagern sich darüber ab und türmen sich auf. Dabei zeigt sich, dass die Projektionsfläche nicht als trennscharfe Linie zwischen Ort und Zeichen generiert wird, sondern durch Schübe von Abstraktionsschritten, Standardisierungen und Hinzufügungen entsteht. Die Materialität verschwindet nach und nach unter den Schichten von Daten, taucht ab in den Urgrund wissenschaftlicher Legitimationsreferenz. Der Ort hat ausgedient, nun ist die Datenverarbeitung an der Reihe: Aus Tatsachen werden Theoriewelten (re-)konstruiert.

In *Weisen der Welterzeugung* erzählt Nelson Goodman, wie Wissenschaftler und andere Kreative Tatsachen erfinden, Welten generieren und semiotische Transformationen vornehmen. »Welten werden erzeugt, indem man mittels Wörtern, Zahlen, Bildern, Klängen oder irgendwelchen anderen Symbolen in irgendeinem Medium solche Versionen erzeugt; und die vergleichende Unter-



suchung dieser Versionen und Sichtweisen sowie ihrer Erzeugung ist das, was ich eine Kritik der Welterzeugung nenne.« (Goodman, S. 117) Die Wissenschaften bieten – wie Musik, Künste und andere – eine bzw. mehrere Ver-

Die exakte Beibehaltung dieses Ordnungsmusters während des Prozesses der semiotischen Substitution ist das, was Latour die »Erhaltung der Spur« nennt. Sie macht den Parcours reversibel (vgl. Bild).



sionen solcher Welterzeugungen. Dabei stehen den Wissenschaften, dank der Mathematik, operative und formale Zeichensysteme zur Verfügung, deren Struktur relative Stabilität wissenschaftlicher Welten garantiert. Stabil meint hier: Insofern die Struktur widerspruchsfrei ist, hält sie eine Menge aus im diskursiven Getümmel. Das Beispiel der Bodenkundler hat erfreulicherweise deutlich gemacht, wie sich die operative Schrift der Mathematik auf die Welt anwenden lässt bzw. dass sie wohl eine, uns seit der Neuzeit besonders überzeugende Weise der Welterzeugung ermöglicht. »Den großen Abstand zwischen den Ideen und den Dingen hat noch keine Mathematik jemals überbrückt; aber der kleine Abgrund, diese winzige Lücke zwischen einem bereits geometrisierten Pedokomparator und dem Millimeterpapier, auf dem René die Sondierungen eingetragen hat – dieser Abgrund ist leicht zu überbrücken.« (Latour, S. 68f.) Die Mathematik ermöglicht den Forschern, Daten nicht als ein Sammelsurium kontingenter Entitäten anhäufen zu müssen, sondern sie strukturieren zu können, sie in ein Muster, eine Form zu bringen. Ist dies nicht möglich, spricht man von Rauschen, von Junk Data oder Chaos. Die Rückbindung an den konkreten Ort etabliert eine strukturelle Homomorphie zwischen der Anordnung der Daten und den Sondierungen im Feld. Dies geschieht ganz praktisch durch die vorbereitenden Handgriffe der Forscher, die einer mathematischen Ordnung unterliegen. Ohne diese würde Wissenschaft sofort beliebig werden. Während die Forscher Messwerte durch Ähnlichkeitsvergleiche gewinnen und damit die qualitativen Merkmale des Ortes metrisieren, schreiben sie dem Ort ein Ordnungsmuster ein.

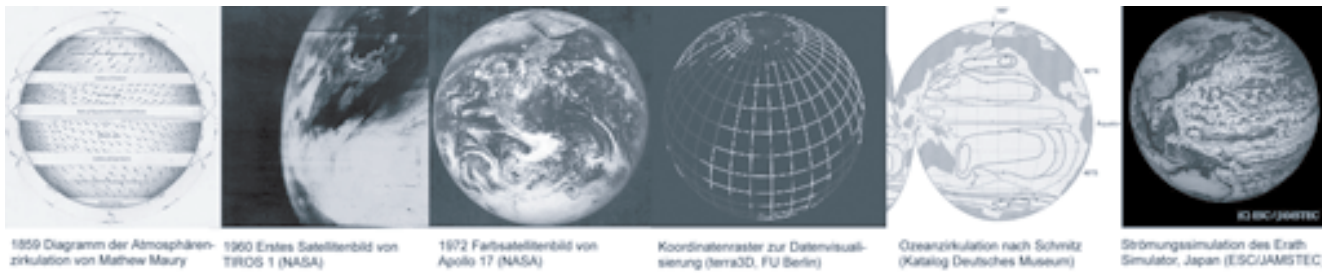
### Datenverarbeitung

Der in den Daten aufgelöste Ort, den die Expedition nun aus dem Urwald ins Labor oder Institut per Telekommunikation transferieren kann, besteht aus einer überschaubaren Menge an Informationen. Diese aufwändige Sammlung von Daten erinnert an die frühen Naturforscher, die unter großer Mühe nur wenige Daten gewonnen haben. Im Zuge der Rationalisierung und Automatisierung delegierte die Wissenschaft in den vergangenen Jahrhunderten diese Arbeit zunehmend an Maschinen. Messinstrumente und Detektoren sorgen nun für die systematische Auflösung der Orte in Daten. Mittlerweile bringen die Petabytes an Satelliten-, Messsonden- und Detektor-Daten die Speicher der Wissenschaften zum Überquellen. Das Bersten der Datensilos ist eines der größten Probleme der Computational Sciences. Es gibt mittlerweile so viele Informationen, dass bereits über Strategien des sinnvollen Vergessens nachgedacht wird.

Diese Mengen an Daten erzeugen Effekte, welche die Orte immer tiefer in den Datenräumen verschwinden lassen. Primärdaten aus direkten Messungen sind nur *eine* Informationsquelle der Forscher. Das Vertrauen der Wissenschaften in ihre (Re-)Konstruktionen ist mittlerweile so umfassend, dass die Datenverarbeitung immer mehr aus den Primärdaten herausholt, indem sie immer gewagtere Annahmen hineininterpretiert. Datenretrieval nennt sich dieser Vorgang zur Erzeugung sekundärer Daten; er ist zu einem alltäglichen Geschäft der Wissenschaft geworden. Dabei modulieren und remodulieren die Forscher die Datensätze immer wieder – »kneten« die in den Daten aufgelösten Orte durch – und erzeugen eine Flut

hochgradig theorielastiger Sekundärdaten, deren Ableitung auf Modellannahmen basiert. Ein Klimaforscher, spezialisiert auf Satellitendatenauswertungen, charakterisiert es folgendermaßen: »Man erhält die Datensignale

und generiert damit Daten aus Daten aus Daten ... Dabei sind Datenretrievals nur eine Variante wissenschaftlicher Welterzeugung. Datensimulation, Datenassimilation und Datensampling sind weitere (vgl. Bild).

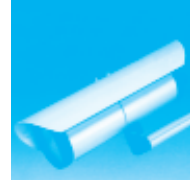


der Satelliten und muss sie umdeuten. Umdeuten heißt, interpretieren auf Basis von Modellen. Der Satellit misst beispielsweise die Helligkeit im Blaubereich. Um daraus Informationen abzuleiten, müssen Annahmen über die Bewölkung getroffen werden, über die Dichte, Teilchengröße etc. Diese Unterscheidungen kann die Momentaufnahme nicht liefern. Man muss Annahmen treffen, und die sollen richtig sein. Hier liegt das Problem der Herleitung, denn falsche Modelle führen zu nichtssagenden Werten. Praktisch sieht es so aus, dass es bessere oder schlechtere Datenretrievals gibt. Doch die Klimamodellierer gehen an Satellitendaten so heran, dass sie beispielsweise sagen, es sind ja Messungen; aber das sind sie eben nicht!«

Modulationen in der Musik bezeichnen den Übergang von einer Tonart in eine andere. Die Modulation und Remodulation von Daten sind dem durchaus verwandt. Der Vorteil: Es bedarf keiner neuen Orte. Die Daten der vorhandenen Orte genügen, wenn sie – auf Basis theoretischer Annahmen – re-interpretiert werden. Das bedeutet, selbst wenn der Urwald gerodet und die Bodenproben vernichtet wären, könnten die Forscher neue Informationen gewinnen. Der Verfremdungseffekt – in Bezug auf unser Verständnis von Wissenschaft, wie Latour es skizziert hat – besteht darin, dass Wissenschaft zunehmend ohne reale Orte auskommt und sich die Spuren der einstigen Orte durch die Modulationen immer tiefer in den Datenräumen verlieren. Die Computational Sciences gehen noch einen Schritt weiter in Richtung Virtualisierung: Während die semiotische Substitution die Orte in Daten auflöst und sie damit informationstheoretischen Aspekten unterordnet, wendet die Modulation die Kombinatorik operativer Zeichensysteme auf die Daten an

### Virtualisierung

Die Erhaltung der Spur ist ein maßgebliches Charakteristikum wissenschaftlicher Referenz. Selbst Datensimulationen, sofern sie mit Messdaten initialisiert sind, basieren auf der Erhaltung der Spur. Doch der Erhalt der Spur sagt nichts über die Art und Weise, in der Spuren gelesen werden. Erst die Annahmen des Spurenlesens verknüpfen die Koordinatensysteme, Daten und Messwerte zu einer Theorie. Die Rückbindung an den konkreten Ort garantiert, dass das Spurenlesen nicht ins Fiktionale abrutscht, denn es muss einer Überprüfung in Form bestätigter Prognosen standhalten. Doch was geschieht, wenn sich eine neue Projektionsfläche auftut, wenn es zwei Referenzebenen wissenschaftlicher Wissensproduktion gibt? Für die erste Ebene wurde das Bild der sich über die Materialität der Orte schiebenden Daten gewählt, wobei es sich hier nicht um zwei ontologisch verschiedene Schichten handelt, sondern um die Transformation von selektiver Wahrnehmung in Zeichen. Bereits die Selektion basiert auf semiotisch-operativen Vorgaben. Die zweite Referenzebene manifestiert sich an der Oberfläche der Primärdaten. Die Modulation der Primärdaten basiert auf theoretischen Annahmen, die bereits bei der selektiven Wahrnehmung am Ort der Forschung eine Rolle spielen. Es handelt sich also um keine trennscharfe Linie, sondern um eine Durchmischung, Überlagerung und Vervielfältigung der Datenschichten. Die Folge ist: Die Trajektorien der Spuren gestalten sich ähnlich den Trajektorien von Rosinen in einem Teig, die sie im Verlaufe des Knetvorganges durchwandern. Es wird zunehmend schwieriger, die Trajektorien zurückzuverfolgen und etwaige Brüche in der strukturellen Ordnung festzustellen. Prinzipiell mag dies zwar möglich sein, doch die



schiere Quantität der Datenmassen fordert Vertrauen in die Arbeit anderer bzw. deren Algorithmen der Dateninterpretation. Und, wie bereits gesagt: »Praktisch sieht es so aus, dass es bessere oder schlechtere Datenretrievals gibt.« An den nicht entdeckten oder durch die Automatisierung nicht mehr nachvollziehbaren Bruchstellen in der strukturellen Ordnung sickert die Fiktionalität ein.

Wissenschaft wird zunehmend virtuell. Virtuell darf hier nicht als ontologische Kluft zwischen Wissenschaft und Realität verstanden werden. Vielmehr erforscht Wissenschaft zunehmend den Datenraum als isomorphen Möglichkeitsraum und weniger als analogen Abbildungsraum. Indem sie aus den erhobenen Spuren neue Spuren auslesen bzw. ableiten, schieben die Forscher die Grenzen des wissenschaftlichen Datenraums immer weiter ins Unbekannte vor. Das alltägliche Geschäft der Computational Sciences besteht weniger im Entdecken am Ort als im Entdecken neuer Informationen durch das Erzeugen neuer Kombinationen. Darüber hinaus wird wissenschaftliche Weltrekonstruktion immer ausdrucksstärker. Derselbe Ort, als Projektionsfläche wissenschaftlichen Denkens, generiert heute wesentlich mehr Geschichten: So spielen Fische und Plankton in den simulierten Ozeanen aktueller Klimamodelle eine wichtige Rolle, während es in den ersten Klimamodellen noch gar keine Ozeane gab.

Gerade die Klimamodellierung dokumentiert das Erforschen semiotischer Möglichkeiten: Aktuelle Modelle sind gewachsene Organismen, die nach über vier Jahrzehnten etliche Zehntausend Zeilen Code umfassen und ständig gepflegt und erweitert werden. In ihnen kumuliert das numerisch angewandte Wissen zahlreicher Disziplinen. Aber sie zeigen noch etwas anderes: Die zunehmenden Rechenkapazitäten und verbesserten Visualisierungstechnologien machen die in den Daten verschwundenen Orte wieder sichtbar. Was wir da zu Gesicht bekommen, sind jedoch keine Abbildungen, von denen wir »Realität« via Bildschirm ablesen könnten. Es sind Visualisierungen kreativ wissenschaftlicher Welterzeugungen: Bilder wissenschaftlicher Theorievariationen über Orte, die uns daran erinnern, dass Wissenschaft immer ein Spiel mit den Möglichkeiten war und sein wird.

### Datenfluten

Wenn 2007 am Europäischen Forschungszentrum CERN der Large Hadron Collider (LHC) mit seinen vier Detektoren fertig gestellt sein wird, dann sind pro Jahr etwa 8 000 000 000 000 000 Byte (8 PetaByte = 8 Millionen GigaByte) an Messdaten zu erwarten plus weitere 4 PetaByte an Simulationsdaten. Vom geplanten Large Synoptic Survey Telescope erhofft man jährlich 8 PetaByte, und der Klimarechner im Deutschen Klimarechenzentrum in Hamburg (DKRZ) verfügt seit Ende 2003 über eine Rechenleistung von 1,5 TeraFlops (1500 Milliarden Rechenoperationen pro Sekunde), sein Speicher umfasst 5 PetaByte.

Zum Vergleich: Die Speicherung der Dokumente aller US-amerikanischen Wissenschaftsbibliotheken würde ein Volumen von 2 PetaByte erzeugen, und rund 8 PetaByte bräuchte man, um alle Internetseiten zu speichern. (Freeman)

#### Literatur

- G. Böhme: Die kognitive Ausdifferenzierung der Naturwissenschaft – Newtons mathematische Naturphilosophie, in: G. Böhme, W. van den Daele und W. Krohn: Experimentelle Philosophie. Ursprünge autonomer Wissenschaftsentwicklung. Frankfurt am Main 1977, S. 237–263
- P. N. Edwards: Beyond the Ivory Tower. »A Vast Machine«: Standards as Social Technology, in: *Science* 304/2004, S. 827–828, [www.sciencemag.org/cgi/content/full/304/5672/827#ref8](http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/304/5672/827#ref8)
- P. Freeman: Revolutionizing Science & Engineering: The Role of Cyberinfrastructure, Vortrag vom 28. Februar 2003, [www.cise.nsf.gov/oad/freeman\\_talk\\_page/freeman\\_jacobs\\_files/jacob\\_file.pdf](http://www.cise.nsf.gov/oad/freeman_talk_page/freeman_jacobs_files/jacob_file.pdf)
- N. Goodman: Weisen der Welterzeugung. Frankfurt am Main 1993
- W. Hauser (Hg.): Klima. Das Experiment mit dem Planeten Erde, Ausstellungskatalog des Deutschen Museums. München 2002
- S. Krämer: Berechenbare Vernunft. Kalkül und Rationalismus im 17. Jahrhundert. Berlin/New York 1991
- B. Latour: Zirkulierende Referenz, in: ders.: Die Hoffnung der Pandora. Untersuchungen zur Wirklichkeit der Wissenschaft. Frankfurt am Main 2002, S. 36–95
- W. Schäffner: Operationale Topographie. Repräsentationsräume in den Niederlanden um 1600, in: H.-J. Rheinberger, M. Hagner und B. Wahrig-Schmidt (Hg.): Räume des Wissens. Repräsentation, Codierung, Spur. Berlin 1997, S. 63–90
- O. E. Rössler: Chaos und Endophysik, in: K. Mainzer und W. Schirmacher (Hg.): Quanten, Chaos und Dämonen. Erkenntnistheoretische Aspekte der modernen Physik. Mannheim u. a. 1994, S. 220–235