

Zitate in musterverarbeitenden Forschungsprozessen

Karl-Heinrich Schmidt, Philips Forschungslaboratorium Hamburg

Summary. In the experimental sciences the research process involves the production of effects in the laboratory on the one hand and the statement of propositions in scientific argument on the other. If a scientist succeeds in setting up a stable connection between effects and propositions, his research acquires the quality of having a result. The present contribution studies the special type of connection established in scientific publications between effects and propositions by the quotation of experimentally produced patterns. It analyzes the conditions under which patterns can be quoted, and examines how such quotations can serve as evidence for the correctness and completeness of the pattern-producing procedures.

Zusammenfassung. Zum Forschungsprozeß in den experimentellen Wissenschaften gehört einerseits die gezielte Erzeugung von Effekten im Labor und andererseits die Behauptung von Aussagen in der Argumentation. Gelingt es, zwischen den Effekten und den Aussagen eine feste Kopplung herzustellen, so erhält der Forschungsprozeß die Qualität, ein Ergebnis zu haben. Der vorliegende Beitrag untersucht die spezielle Kopplung von Effekt und Aussage, die innerhalb wissenschaftlicher Publikationen durch das Zitieren von experimentell erzeugten Mustern hergestellt wird. Er beschreibt die Voraussetzungen, die Muster erfüllen müssen, damit sie zitiert werden können, und prüft, wie sich durch solche Zitate die Korrektheit und Vollständigkeit der betreffenden musternerzeugenden Verfahren nachweisen läßt.

1. Einleitung

Die Möglichkeit, mit Alphabeten in Texten Sachverhalte zu kodieren (also „zu schreiben“), wird historisch mit der Möglichkeit von Wissenschaft überhaupt in Zusammenhang gebracht (vgl. Derrida 1983:13ff). Neben diesen textlichen Kodierungsformen hat sich in unserem Jahrhundert insbesondere in der Technik und den Naturwissenschaften eine Fülle weiterer Verfahren etabliert, die – etwa durch die Erzeugung und Aufzeichnung von Signalen – Sachverhalte in Mustern kodieren.

In vielen experimentellen Wissenschaften macht die Erzeugung solcher Muster und ihre mündliche und schriftliche Behandlung einen Gutteil der Forschungsarbeit aus: etwa in der experimentellen Physik und Chemie, in Teilen der Ingenieurwissenschaften, in der medizinischen Radiologie oder auch in einer Photographien verwendenden empirischen Sozialforschung. Viele dieser Muster werden heute digitalisiert und in Computern gespeichert,

indem nach vorgegebenen Regeln aus einem (im folgenden stets endlichen) Alphabet von Grauwerten ein (im folgenden ebenfalls stets endliches) Gitter von Positionen besetzt wird (siehe unten). Durch diese Speicherung wird eine Fülle weiterer Verarbeitungsschritte ermöglicht.

Wir betrachten im weiteren nur digitale und visuell zu rezipierende Muster. Reproduktionen solcher Muster zur Dokumentation gespeicherter und verarbeiteter Experimenteffekte werden oft in Publikationen verwendet, um Geltungsansprüche durchzusetzen.¹ Der Zitatcharakter dieser Verwendung von Musterreproduktionen in den experimentellen Wissenschaften soll nun untersucht werden. Dazu wird zunächst ausgeführt, was im einzelnen in den experimentellen Wissenschaften geschieht.

2. Argument und Effekt in den experimentellen Wissenschaften

Für die weitere Darstellung orientieren wir uns an der folgenden wissenschaftstheoretischen Schematisierung empirischer Forschung, die wir modifiziert von Krohn & Küppers (1989:58) übernehmen:

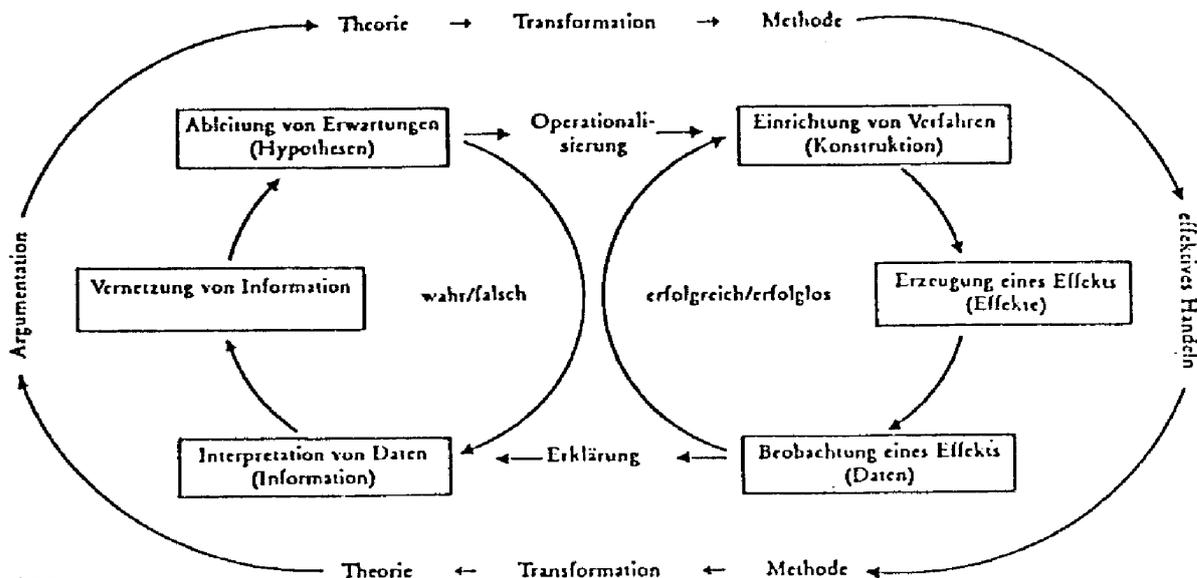


Abb. 1

Bei der Anwendung dieses Schemas wird zunächst von der Annahme ausgegangen, daß experimentelle Forschung grundsätzlich mit zwei unabhängigen Bewertungsrastern zu tun hat: bei der Erzeugung von Effekten mit den Handlungswerten erfolgreich/erfolglos, bei der Erzeugung von Behauptungen in Argumentationen mit den Wahrheitswerten wahr/falsch (Krohn & Küppers 1989:59). Auf der linken Seite des Schemas ist der argumentative Zusammenhang zwischen Dateninterpretation, Vernetzung von Information und Hypothesenbildung, auf der rechten Seite der experimentelle Zusammenhang von Verfahrenseinrichtung, Effekterzeugung und -beobachtung dargestellt. Zwischen diesen beiden Prozeß-(und Struktur-)hälften dieser Erkenntnisoperation gibt es zwei Schnittstellen, an denen die Ausgabe der einen Hälfte zur Eingabe der anderen transformiert wird. Dabei werden zum einen durch Operationalisierung von Hypothesen in

Verfahren, zum anderen durch Erklärung von Daten „lose Kopplungen“ (Krohn & Küppers 1989:60) zwischen der argumentativen und der experimentellen Seite der Erkenntnisoperation erzeugt. „Wenn an der Entscheidung für spezifische Kopplungen festgehalten wird, dann sind ‚feste Kopplungen‘ eingerichtet und geben der Operation die Qualität eines Ergebnisses, einer neuen wissenschaftlichen Überzeugung“ (Krohn & Küppers 1989:60).²

Wie kann nun ein zitierender Bezug zwischen Argumentation und Effekt gedacht werden, damit in Mustern repräsentierte Effekte eines Verfahrens Rückschlüsse ermöglichen können auf

– seine Vollständigkeit (Wird es mit allen denkbaren Fällen fertig, für die Geltungsansprüche erhoben werden?)

und auf

– seine Korrektheit (Erzeugt es nur zulässige Effekte?)?

3. Sprachliche und digitale Symbolschemata

Argumentationen erfolgen in sprachlichen Symbolschemata, die nun definiert werden. Ein Symbolschema ist hier eine Menge von Zeichen Z , die wiederum aus Mengen von Marken bestehen. Eine Marke, die Element einer ein Zeichen definierenden Menge ist, heißt auch „Realisation“ dieses Zeichens.

Ein Symbolschema Σ heißt „Sprache“, wenn es die beiden folgenden Anforderungen erfüllt.³

1. Σ ist syntaktisch disjunkt: Für je zwei Marken, die Realisationen eines gemeinsamen Zeichens sind, gilt daß, keine eine Realisation eines Zeichens ist, von dem nicht auch die andere eine Realisation ist.
2. Σ ist syntaktisch endlich differenziert: Für jeweils zwei Zeichen Z und Z' und jede Marke m , die nicht Realisation von beiden Zeichen ist, ist die Feststellung, daß m nicht Realisation von Z oder daß m nicht Realisation von Z' ist, theoretisch möglich.⁴

Ein Symbolschema ist digital, wenn es syntaktisch differenziert ist. Die einleitende – unpräzise – Rede von „digitalen Mustern“ ist also auf Marken zu beziehen, die einem digitalen Symbolschema angehören: Muster sind nicht als solche digital, sondern erst durch das Symbolschema, als dessen Realisation sie angesehen werden.

4. Die Reproduktion von Effekten

Bei schriftlich notierten Argumentationen werden in musterverarbeitenden Wissenschaften zur Effektdokumentation in vielen Publikationen Muster eingefügt.

Der Autor ist in dieser Hinsicht selbst Täter. Das in der nachfolgenden Abb. 2b wiedergegebene Bild ist einer Veröffentlichung (Menhardt & Schmidt 1988:81) eines Computerverfahrens entnommen, das auf Tomogrammen des menschlichen Schädels automatisch „kranke Bereiche“ (etwa Hirntumore) finden soll; Abb. 2a zeigt eine Patientenaufnahme, Abb. 2b den automatisch detektierten tumorösen Bereich.

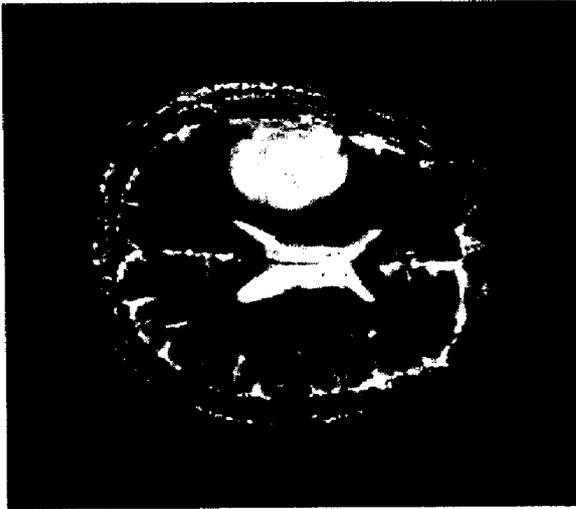


Abb. 2a

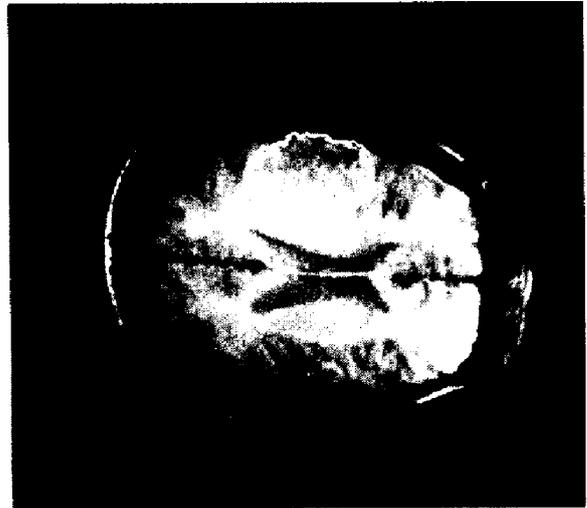


Abb. 2b

Die Abbildung gehört in den speziellen wissenschaftlichen Kontext der (maschinellen) Mustererkennung. Im Kontext dieser Wissenschaft genügt diese Veröffentlichung mit ihrem Mut, sich auf die Rhetorik von Bildern zu stützen, durchaus den üblichen methodologischen Imperativen, die sich zusammenfassen lassen mit: „Present lots of results“ (Price 1986:390) – Zeige in Deinen Veröffentlichungen möglichst viele Bilder!

Lassen sich solche methodologischen Forderungen über Plausibilitätsargumente hinaus begründen? Nach welchen Kriterien kann man auf diese Weise Geltungsansprüche erheben? Um diese Frage beantworten zu können, rekapitulieren wir kurz ein für die Diskussion hinreichendes Verständnis des direkten Zitats, wobei wir uns argumentativ stark an Nelson Goodman (1984:59ff) orientieren. Anschließend diskutieren wir das Vermögen des direkten Zitats, in Argumentationen zur Durchsetzung von Geltungsansprüchen zu dienen.

5. Das direkte Zitat von Sprache in Sprache

Beginnen wir mit der folgenden Aussage:

(1) Der oben abgebildete Hirntumor ist bösartig.

Um diese Aussage direkt zu zitieren, werden in verschiedenen Sprachen verschiedene Sonderzeichen verwendet; wir schreiben etwa:

(2) „Der oben abgebildete Hirntumor ist bösartig.“

(2) bezeichnet (1) und (2) enthält (1). Diese beiden Eigenschaften von (2) scheinen Bedingungen eines direkten Zitats zu sein.

Lassen wir jeweils eine dieser beiden Eigenschaften fort: Der Ausdruck

(3) Aussage (1)

bezeichnet die Aussage (1), ohne sie zu enthalten. Wir sehen ihn nicht als direktes Zitat von (1) an.

Umgekehrt enthält die Aussage

(4) Der oben abgebildete Hirntumor ist bösartig bei zweibeinigen Säugtieren.

offenbar die Aussage (1), ohne sie zu bezeichnen. Auch diese sehen wir nicht als direktes Zitat von (1) an.

Die beiden Bedingungen des Enthaltens und des Bezeichnens erweisen sich somit als notwendige Bedingungen eines direkten Zitats, so daß wir zunächst festhalten können: Ein direktes Zitat eines Satzes bezeichnet und enthält diesen Satz.

Zitiert werden können nicht nur ganze Sätze, sondern auch einzelne Wörter:

(5) „bösartig“

oder Buchstaben:

(6) „t“

oder auch Interpunktionszeichen:

(7) „!“

Beispiele dieses Typs erlauben es nun, die oben angegebenen notwendigen Bedingungen des Bezeichnens und Enthaltens auf ihren hinreichenden Charakter hin zu prüfen.

Betrachten wir dazu die folgende Phrase⁵:

(8) der zweite Buchstabe des Alphabets.

Es sei angenommen, daß diese Phrase den Buchstaben B bezeichne. Wenn man nun „Enthalten“ großzügig auslegt und so versteht, daß alle Teilketten der Wörter der obigen Phrase auch in ihr enthalten sind, dann enthält diese Phrase auch den Buchstaben, den sie bezeichnet. Aber wir würden kaum sagen, daß jene diesen zitiert. Wie kann man nun damit fertig werden? Offenbar führt beim gewohnten direkten Zitat ein Austausch des Zitierten durch einen anderen Ausdruck der benutzten Sprache zum Bezeichnen und Enthalten des ersetzenden Ausdrucks. Der Satz:

(9) Manche Zeitgenossen sind auch bösartig.

wird in

(10) „Manche Zeitgenossen sind auch bösartig.“

genauso zitiert wie (1) in (2) zitiert wird. Dagegen führt die Ersetzung des „b“ durch ein „t“, das auch zur benutzten Sprache gehört, in (8) zu einem Unsinn wie dem folgenden:

(11) der zweite Tuchstate des Alphetats.

Wir legen nun definitorisch fest: Wenn ein Ausdruck A einen anderen Ausdruck A' einer Sprache

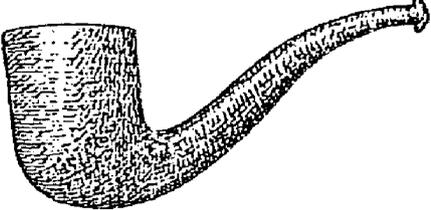
- enthält,
- bezeichnet und
- eine Ersetzung des enthaltenen und bezeichneten Ausdrucks A' durch einen anderen Ausdruck A" der Sprache diesen enthält und bezeichnet, dann handelt es sich bei A um ein direktes Zitat.

Damit beschließen wir zunächst die Begriffsbildung für das direkte sprachliche Zitat. Das eingeführte Begriffsgerüst soll nun für das zitierende Einfügen von Elementen sowohl nicht lautsprachlicher als auch nicht sprachlicher Symbolschemata in Argumentationen verwendet werden.

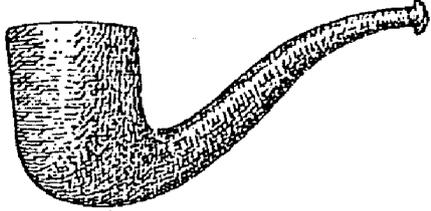
6. Das direkte Zitat von Mustern In Sprache

Da wir uns für den Zusammenhang zwischen Argument und Muster interessieren, muß hier – bis auf einen Seitenblick – nicht umfassend diskutiert werden, wie man zum Beispiel Bilder in Bildern oder Musikstücke in Musikstücken zitieren kann.⁶ Für wissenschaftliche Argumentationen soll hier nur geklärt werden, wie Elemente nicht (laut-)sprachlicher Symbolschemata zitierend in sprachliche Argumentationen eingefügt werden können.

Dies scheint für visuell zu rezipierende Muster zunächst kein besonderes Problem zu sein. Denn ein visuell zu rezipierendes Symbolschema, das über Mittel verfügt, seine eigenen Symbole zu zitieren, sollte doch auch in der Lage sein, andere visuelle Symbole zu zitieren. Zudem bleibt etwa ein deutscher oder englischer Satz, der ein Bild zitiert, ein deutscher oder englischer Satz (vgl. Goodman 1984:74). Frechweg könnte man annehmen, daß

(12) Das Bild „  „ hat Magritte gemalt.

ein deutscher Satz ist, der

(13) 

zitiert.

Ein Seitenblick auf die Kunst zeigt, daß dort ohne größere Umstände Bilder in Bildern zitiert werden – wie in dem folgenden Beispiel (aus Foucault 1983:5), in dem statt der Anführungszeichen ein Rahmen und eine Staffelei benutzt werden⁷:

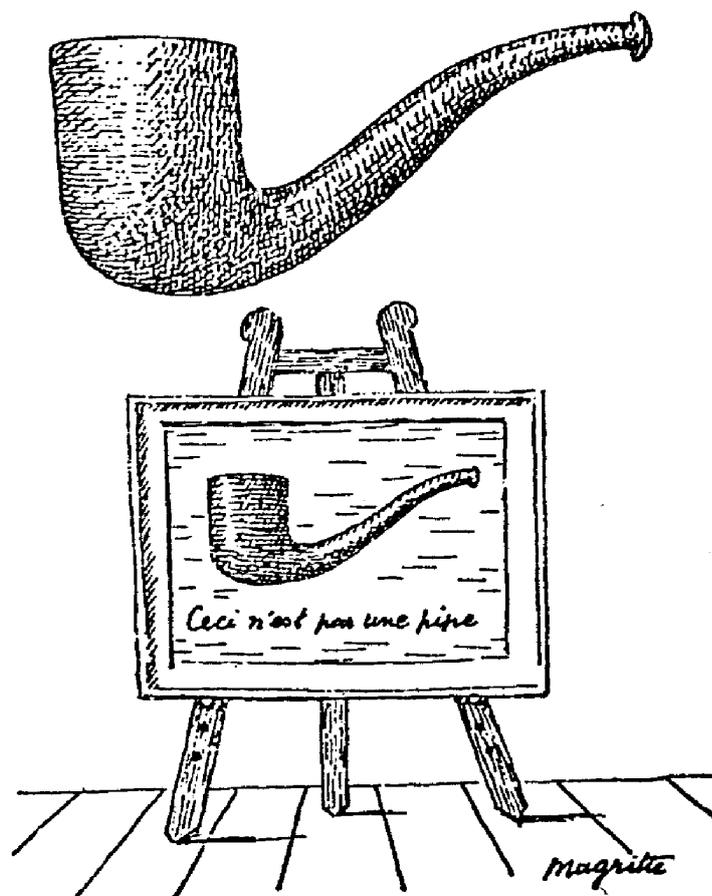


Abb. 3

Allerdings kann man gemalte und gezeichnete Bilder für nicht direkt zitierbar halten, da es für Malen und Zeichnen kein Alphabet gibt und „kein Kriterium für die Selbigkeit der Buchstabenfolge“ (Goodman 1984:66).

Mit diesem Argument wird die Bedingung des Enthaltenseins problematisiert. Blicken wir zurück auf (1) und (2): (2) enthält (1) nicht als Inskription, sondern als Replikat, wobei „Replikation“ hier definiert sei durch die Selbigkeit der Buchstabenfolge. Was man als direktes Zitat eines Bildes ansieht, hängt also zunächst davon ab, was man als Replikat eines Bildes ansieht.

Für gemalte Bilder wird man sich sehr schwer tun, ein klares Kriterium der Replikatbildung anzugeben. Für digitale Muster ist hingegen die Replikatbildung kein Problem, sofern sie syntaktisch disjunkt sind. In der Erkenntnisoperation ist es damit prinzipiell möglich, sich in Argumentationen zitierend auf Effekte zu beziehen.

Betrachten wir zunächst ein (bewußt triviales) Beispiel: Ein Symbolschema von Binärbildern mit 2^2 mal 2^2 Positionen bestehe aus 2^{16} verschiedenen Zeichen und denotiere etwa die Stellung verschiedener Kippschalter:

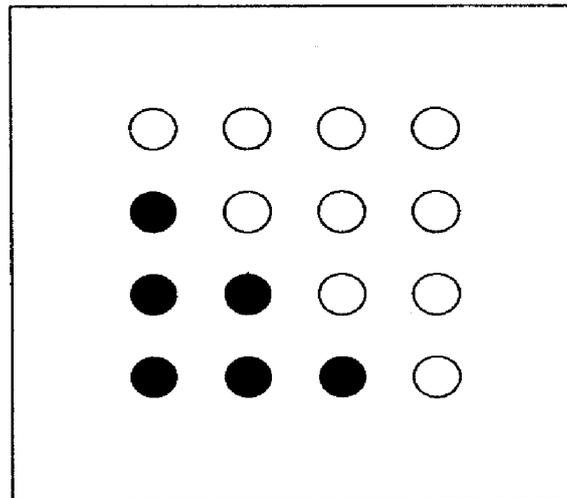


Abb. 4

Die Replikate eines Zeichens seien hier definiert durch die Selbigkeit der Grauwertverteilung. Ein Computerprogramm erkenne – etwa im Rahmen einer Prozeßüberwachung – alle gleichseitigen Dreiecke der Seitenlänge 3 und gebe jeweils „Dreieck!“ aus. Das Computerprogramm genüge allen beweisbaren Kriterien der Richtigkeit. Dem Prozeßüberwacher seien aber die Möglichkeiten eines formalen Beweises verschlossen.⁸ Gleichwohl kann der Prozeßüberwacher das Programm durch direkte Zitate von 2^{16} verschiedenen Realisationen der 2^{16} verschiedenen Zeichen und der jeweiligen Computerausgabe überprüfen: Wenn das Verfahren für jede Realisation nur durch ihr zugehöriges Zeichen determiniert ist und der Prozeßüberwacher genau die Konfigurationen für Dreiecke hält, die das Programm zur Ausgabe „Dreiecke“ veranlassen, genügt es entsprechend den Definitionen in Abschnitt 2 den Anforderungen des Prozeßüberwachers an Vollständigkeit (das Verfahren erkennt all die Dreiecke, die der Prozeßüberwacher als Dreiecke erkennt) und Korrektheit (das Verfahren erkennt nur die Konfigurationen als Dreiecke, die der Prozeßüberwacher als Dreiecke erkennt).

Dieses Beispiel kann noch weiter getrieben werden. Man läßt nicht nur zwei Grauwerte (●○) zu, sondern mehr (etwa 2^8). Dann ist es leicht möglich – etwa durch Wahrnehmung subjektiver Konturen –, daß der Beobachter Dreiecke erkennt, die mit „objektiven“ Kriterien nicht beschrieben werden können. Ein formales Modell, innerhalb dessen Programme hinsichtlich ihrer Richtigkeit untersucht werden können, ist dann oft ausgeschlossen. Gleichwohl kann dieses „Ahnens“ von Dreiecken durch den Beobachter sein gutes Abschneiden als Prozeßüberwacher ausmachen; und eine Überprüfung eines entsprechenden Computer-Ahnens durch Zitieren ist durchaus möglich.

Prinzipiell ist ein Nachweis der Korrektheit und Vollständigkeit eines Verfahrens in musterverarbeitenden Disziplinen durch direkte Zitate ein Weg, der unter den folgenden Bedingungen beschränkt werden kann: Das Kriterium der Korrektheit ist eine visuelle *adaequatio intellectus et rei* des

oben beschriebenen Typs (wie immer diese operationalisiert ist); und zur Etablierung der Vollständigkeit gibt es nur wenige Zeichen, deren Replikate durch Selbigkeit der Grauwertverteilung auf den Positionen definiert sind (die Anzahl der Replikate selbst kann sehr groß sein).

In der Erkenntnisoperation (vgl. Abb. 1) beschränkt sich Erklären dann auf das Zitieren von Effekten – der Effekt (oben das Muster von Schalterstellungen) wird in die Argumentation importiert. Dieses Vorgehen hat mit Beweisen wenig zu tun, leistet doch aber immerhin etwas: Während ein Zeichen fiktiv sein kann und in diesem Falle nichts bezeichnet, kann ein Zeichen, das ein direktes Zitat ist, nicht fiktiv sein, da es enthält, was es bezeichnet (vgl. Goodman 1984:61). Ein Zitat täuscht nicht über die Datenlage hinweg – es bringt sie mit. Durch ein Zitat zu täuschen hieße (in den Kategorien von Abb. 1), Bedingungen der Effekterzeugung zu verfälschen. Und genau darauf stützt sich der oben zitierte methodologische Ratschlag: „Present lots of results“. Er schafft Vertrauen in Verfahren, indem er ihre Effekte durch Abdruck vieler Muster dokumentiert.

Der Ratschlag „Present lots of results“ ist allerdings mit großer Vorsicht zu genießen. Die visuelle Bewertung von Methoden effektiven Forschungshandelns durch Betrachtung von Mustern führt häufig zu einem Wechsel des Symbolschemas, das man verwendet. Die Bewertung erfolgt oft durch nicht durchgängig digitale Symbolschemata – etwa solche, die Photographien enthalten. Während Replikate von Texten und den oben behandelten digitalen Mustern sich dadurch definieren lassen, daß sie gleich „buchstabiert“ werden, ist dies bei einer Photographie wie in Abb. 2 nicht mehr möglich. Will man etwa Abzüge eines Negativs als Replikate voneinander ansehen, so muß man – beim bisherigen Stand der Dinge jedenfalls – beim Leser mehr Großzügigkeit voraussetzen, wenn man eine Reproduktion in einem Journal als Replikat präsentieren will (und ihr damit überhaupt die Möglichkeit von Beweiskraft zuweisen will). Diese Großzügigkeit setzt allerdings Risikobereitschaft dafür voraus, daß man sich nicht digitale Bereiche in dem Symbolschema einhandeln kann, für das man als digitales Symbolschema Geltungsansprüche erhebt: Für Photographien auch digitaler Muster ist es nicht immer möglich, kein „Merkmal als kontingent und keine Abweichung als unbedeutend ad acta“ zu legen (Goodman 1973: 125f).

In einem solchen Falle läßt man für die Zirkulation von Mustern in der in Abb. 1 skizzierten Erkenntnisoperation unterschiedliche Typen von Symbolschemata zu und läßt sie ein bißchen „nicht-digital verschmutzen“. Wie weit man die Verschmutzung treiben will, ist eine Ermessensfrage, die die Beweiskraft von Mustern sowohl in den Ingenieurwissenschaften als auch in den Kunstwissenschaften betrifft. Diese Ermessensfrage kann sicher nicht im Rahmen der hier verwendeten Theorie des direkten Zitats beantwortet werden, die ja auf den Forderungen syntaktischer Differenzierung und syntaktischer Disjunktheit beruht. Ein Purist würde daher in einem wissenschaftlichen Journal Photographien wie die in Abb. 2 abgebildete ganz verbieten.

7. Offene Fragen

Die visuelle Überprüfung von Verfahren durch Zitieren von Mustern läßt (mindestens) einen Wunsch offen: Läßt man die Anzahl der Zeichen groß werden, so ist das gerade beschriebene Vorgehen zu aufwendig; viele digitale Symbolschemata von Mustern enthalten 2^8 mal(2^8 mal 2^8) und mehr verschiedene Zeichen. Für solche Schemata ist kaum je genügend menschliche Beobachtungszeit vorhanden. Was bieten sich hier für Alternativen? Und schließlich: Auf welche Arten und Weisen kann man Muster für Überprüfungszwecke zusammenfassen?

Anmerkungen

- 1 Vgl. Amann & Knorr-Cetina 1988, Amann & Knorr-Cetina 1990 sowie Schmidt 1989.
- 2 Freiheitsgrade gibt es offenbar auch innerhalb einer argumentativen oder effektiven Sequenz; diese seien für die weitere Argumentation aber ausgeblendet.
- 3 Es folgen die Anforderungen, die in Goodman 1973 formuliert werden, um unter den Symbolschemata sogenannte „Notationsschemata“ auszuzeichnen. Wir verwenden „Sprache“ und „Notationsschema“ synonym (vgl. Goodman 1987:88)
- 4 „Theoretisch möglich“ kann „auf jede vernünftige Weise interpretiert werden; welche Wahl man auch immer trifft, jede logisch und mathematisch begründete Unmöglichkeit ist natürlich ausgeschlossen“ (Goodman 1973:143).
- 5 Dieses Beispiel findet sich in Goodman 1984:64.
- 6 Vgl. dazu die Beiträge von Ringbom und Karbusicky im vorliegenden Heft.
- 7 Verschiedene Interpretationen dieses Bildes finden sich in Foucault 1983:8f.
- 8 Diese Annahme ist sehr wenig fiktiv: Sie gilt für viele Leute, die (professionell) Bilder auswerten.

Danksagung

Ich danke W. Krohn und dem Laborstudienkreis von K. Knorr-Cetina vom Universitätsschwerpunkt Wissenschaftsforschung der Universität Bielefeld sowie R. Posner von der TU Berlin für Korrekturen und hilfreiche Kommentare.

Literatur

- Amann, K. und K. Knorr-Cetina (1988), „The Fixation of (Visual) Evidence“. *Human Studies* 11:133–169.
- Amann, K. und K. Knorr-Cetina (1990), „Pictorial Arguments: An Analysis of Image Inspection in Science“. *Science, Technology and Human Values*, 15(3):259–283.
- Derrida, J. (1983), *Grammatologie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Elgin, C.Z. (1983), *With Reference to Reference*. Indianapolis, Indiana: Hackett.
- Foucault, M. (1983), *Dies ist keine Pfeife*. Frankfurt am Main, Berlin und Wien: Ullstein.
- Goodman, N. (1973), *Sprachen der Kunst. Ein Ansatz zu einer Symboltheorie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Goodman, N. (1984), *Weisen der Welterzeugung*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Goodman, N. (1987), *Vom Denken und anderen Dingen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Haralick, R.M. (1986), „Computer Vision Theory: The Lack Thereof“. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing* 36:373–386.
- Krohn, W. und G. Küppers (1989), *Die Selbstorganisation der Wissenschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

- Menhardt, W. und K.-H. Schmidt (1988), „Computer Vision on Magnetic Resonance Images“. *Pattern Recognition Letters* 8/1988:73–85.
- Price, K. (1986), „Anything You Can Do, I Can Do Better (No You Can't)...“. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing* 36/1986:387–391.
- Schmidt, K.-H. (1989), *Texte und Bilder in maschinellen Modellbildungen*. Soz. Diss. Universität Bielefeld: Universitätsschwerpunkt Wissenschaftsforschung.

Dr. Karl-Heinrich Schmidt
Philips Forschungslaboratorium Hamburg
Vogt-Kölln-Straße 30
D-W2000 Hamburg 54