

# FOLGERUNGEN AUS DER WISSENSDARSTELLUNG<sup>1</sup>

Peter Jaenecke

**Zusammenfassung:** Wissensdarstellung ist sowohl in der Philosophie als auch in den Erfahrungswissenschaften ein weitgehend unbekanntes Feld, entsprechend vielfältig sind daher die mit ihr verbundenen Mißverständnisse. Die hier beispielhaft behandelten Folgerungen entkräften logisch-philosophische Einwände gegen das Leibniz Projekt; sie helfen das Verhältnis zwischen natürlichen und künstlichen Sprachen zu klären, beseitigen Vorurteile gegenüber formales Operieren mit Symbolen, wenden sich gegen eine Trennung von Form und Inhalt und damit einhergehend gegen eine Verletzung der Darstellungstreue.

## 1 Einleitung

Die Wissensdarstellung steht im Schnittpunkt mehrerer Theorien, von denen die Erkenntnis-, Sprach- und Wissenschaftstheorie die wichtigsten sind. Entsprechend vielseitig und umfangreich sind daher auch die aus ihren Darstellungsprinzipien ableitbaren Erkenntnisse. Die Prinzipien wurden bereits in einer früheren Arbeit behandelt;<sup>2</sup> in der vorliegenden geht es um die sich aus ihnen ergebenden Konsequenzen.

Bereits LEIBNIZ hat die Bedeutung der Wissensdarstellung erkannt; davon zeugen seine geradezu schwärmerischen Äußerungen über den Nutzen, den seine *ars characteristic* mit sich bringen sollte. Die Naturwissenschaften sind zwar dem von ihm eingeschlagenen Weg gefolgt, aber ohne sich der Darstellungsproblematik bewußt zu sein: Nichts wurde bisher so vollständig mißverstanden, wie die Rolle der Wissensdarstellung in den Wissenschaften, speziell aber in Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie. Dies hat zu zahlreichen Mißverständnissen und zu einer noch größeren Zahl von überflüssigen Diskussionen geführt. Im folgenden werden einige Beispiele hierfür angegeben.

## 2 Einwände gegen das LEIBNIZ Programm

Das LEIBNIZ Programm besteht in der Suche nach einer künstlichen Sprache als Darstellungsformalismus für ein bestimmtes Wissensgebiet, um

- Wissen kompakt und eindeutig zu erfassen,
- Sicherheit zu bieten,
- kontroverse Aussagen zu entscheiden und
- neue Aussagen zu erzeugen.

Die meisten ernsthaften Einwände gegen dieses Programm beruhen auf einer einseitigen logischen Sichtweise. Gegen das LEIBNIZ Programm wird u.a. geltend gemacht:

- es widerspreche grundlegenden logischen/metamathematischen Gesetzen;
- es könne keine universelle Kalkülsprache geben;
- seine Realisierung setze abgeschlossenes und das heißt soviel wie nicht verfügbares Wissen voraus.

---

<sup>1</sup> Frühere Darstellungen sind in *Elementary principles for representing knowledge* (1996) und *Wissensdarstellung bei Leibniz* (2002) enthalten

<sup>2</sup> JAENECKE (2007): *Wissensdarstellung bei Leibniz*.

Träfen die Einwände zu, wäre die Unmöglichkeit der Wissensdarstellung sowohl für die Künstliche Intelligenz als auch für die theoretischen Wissenschaften erwiesen. Dagegen sprechen allerdings die auf diesen Gebieten erzielten Erfolge; die Einwände können daher nicht stichhaltig sein:

Daß die Umsetzung seines Programms keine leichte Aufgabe sein würde, darüber war sich LEIBNIZ jederzeit im klaren, aber er zweifelte niemals an seiner Realisierbarkeit. In Philosophie und Logik gilt es jedoch heute als undurchführbar. Häufig beruht die Ablehnung lediglich auf Ressentiments, die auf ein mangelndes Verständnis zurückgehen. Ein typisches oft tradiertes Beispiel hierfür ist die folgende Äußerung von HEGEL:

»Diese LEIBNIZsche Anwendung des kombinatorischen Kalküls auf den Schluß und auf die Verbindung anderer Begriffe unterschied sich von der verrufenen Lullianischen Kunst durch nichts, als daß sie von Seiten der Anzahl methodischer war, übrigens an Sinnlosigkeit ihr gleichkam. – Es hing hiermit ein Lieblingsgedanke LEIBNIZens zusammen, den er in der Jugend gefaßt und der Unreifeheit und Seichtigkeit desselben unerachtet auch späterhin nicht aufgab, von einer allgemeinen Charakteristik der Begriffe – einer Schriftsprache, worin jeder Begriff dargestellt werde, wie er eine Beziehung aus anderen ist oder sich auf andere beziehe -, als ob in der vernünftigen Verbindung, welche wesentlich dialektisch ist, ein Inhalt noch dieselben Bestimmungen behielte, die er hat, wenn er für sich fixiert ist.«<sup>3</sup>

Mit den *logischen bzw. metamathematischen Gesetzen* sind meist der Unvollständigkeitssatz von GÖDEL sowie die Unentscheidbarkeitssätze gemeint. Sie sagen etwas über den Formalismus selbst aus. Ob sie auch unüberwindbare Einschränkungen für das LEIBNIZ Programm mit sich bringen, hängt von der jeweiligen Aufgabenstel-

<sup>3</sup> HEGEL, *Wissenschaft der Logik: Die Lehre vom Begriff*, p. 128; ähnliche negative Äußerungen über den PLOUQUETschen Kalkül p. 128f, p. 129.

lung ab. So sind z.B. bei der formalsprachlichen Wissensdarstellung *ars iudicandi* und *ars inveniendi* realisierbar, sofern nicht über kontextsensitive Grammatiken hinausgegangen wird. Um ihre Unmöglichkeit zu beweisen, muß man daher zeigen, daß der betreffende Objektbereich komplexere Grammatiken als diese erfordert. Es ist daher nicht zulässig, allein aufgrund dieser Sätze ein generelles Unmöglichkeitsverdikt zu fällen.<sup>4</sup>

Unter einer *universellen Kalkülsprache* kann man

- (1) eine einzige universelle Sprache für das gesamte Wissen oder
- (2) eine allgemeine formale Darstellungsmethode

verstehen. Nur für die erste Deutung wäre die Kritik berechtigt. LEIBNIZ' Äußerungen sind nicht immer eindeutig. Doch seine Versuche, spezielles Wissen durch spezielle „Grammatiken“ darzustellen sowie Formulierungen wie

»Die allgemeine Charakteristik [*Specieuse generale*] umfaßt tausend Arten, und die Algebra enthält nur eine.«<sup>5</sup>

weisen auf Deutung (2) hin. Danach ist die *characteristica universalis* nicht als einzige Universalsprache, sondern – wie die formalen Sprachen – als Sprachklasse aufzufassen, charakterisiert durch ein universelles Schema. Auf formale Sprachen bezogen hieße dies: nicht alles Wissen in einer einzigen Sprache, sondern nur: alles Wissen formalsprachlich darstellen, wobei damit zu rechnen ist, daß unterschiedliche Gebiete auch unterschiedliche Grammatiken erfordern.

Die Realisierung des LEIBNIZ-Programms verlange, so wird ferner argumentiert, die Zerlegung sämtlicher Begriffe in Grundbegrif-

<sup>4</sup> So z.B. KRÄMER (1988): *Symbolische Maschinen*, p. 138ff.

<sup>5</sup> VE 1336.

fe; dies sei aber nur möglich, wenn sich keine neuen Erkenntnisse mehr ergeben, d.h. *alles Wissen muß zur Realisierung bekannt sein*.<sup>6</sup> Das wäre sicherlich eine unerfüllbare Voraussetzung; außerdem wäre dann die *ars inveniendi* überflüssig. Doch wie bereits LEIBNIZ erkannte, setzt Wissensdarstellung weder vollständiges noch gesichertes Wissen voraus:

»Obwohl indessen diese Sprache von der wahren Philosophie abhängt, hängt sie nicht von deren Vollendung ab. D.h.: diese Sprache kann aufgesetzt werden, obwohl die Philosophie nicht vollkommen ist, und in dem Maße, wie das Wissen der Menschen wachsen wird, wird auch diese Sprache wachsen. Inzwischen wird sie von einer außerordentlichen Hilfe sein, sowohl um sich ihrer zu bedienen, bei dem was wir wissen, als auch um zu sehen, was uns fehlt ...«<sup>7</sup>

Darüber hinaus erzwingt das LEIBNIZ Programm eine systematische Aufbereitung des darzustellenden Wissens<sup>8</sup> und eine folgerichtige Vorgehensweise, so daß es selbst schon dann günstige Auswirkungen auf ein Sachgebiet hat, wenn es nur teilweise verwirklicht werden konnte.

Betrachtet man die Charakterisierung der zu erkennenden Muster als Wissen, so ist die syntaktische Mustererkennung ein einfaches Beispiel für die Darstellung von Wissen und die Nutzung des dargestellten Wissens.<sup>9</sup> Anwendungen dieser Art können als Beweis gelten, daß das LEIBNIZ Programm in formalen Sprachen zumindest für ein spezielles Wissensgebiet realisierbar ist. Um umfangreichere Wissensgebiete erfassen zu können, werden ausdrucks-stärkere Dar-

stellungsmittel gebraucht, z.B. mathematische. Sie konnten besonders erfolgreich in der Physik angewendet werden, so daß man sagen kann, das LEIBNIZ Programm ist heute vor allem in den Theorien der Physik verwirklicht.

### 3 Verhältnis von natürlichen und künstlichen Sprachen

Künstliche Sprachen werden oft als verkümmerte Versionen der natürlichen Sprachen angesehen, die, gemessen am Reichtum der letzteren, elementar und arm an Ausdrucksmöglichkeiten seien.<sup>10</sup> Doch bereits die Komplexität der formalen Sprachen unterliegt keinen Einschränkungen, von anderen Formalismen ganz abgesehen. Im übrigen stehen sie nicht in einer Konkurrenz zu den natürlichen Sprachen, denn beide Sprachtypen dienen unterschiedlichen Zwecken – die natürlichen Sprachen hauptsächlich der Kommunikation, die künstlichen hauptsächlich der Berechnung, oder, allgemeiner: der für die Wissensdarstellung notwendigen Symbolmanipulation.

Kommunikation erfordert eine Sprache, in der nahezu alle Inhalte erfaßt werden können; damit eine Sprache diese Eigenschaft haben kann, müssen in ihr Syntax und Semantik weitgehend entkoppelt sein. Aber dann können in ihr auch Irrtümer und Unsinn ausgedrückt werden, denn hier sichert die grammatische Korrektheit nicht mehr die Sinnhaftigkeit. Die lose Kopplung ist der Preis, der bezahlt werden muß, um offen zu sein für (nahezu) jeden Inhalt. Es gibt auch formale Sprachen, in denen im begrenzten Maß „kommuniziert“ werden kann, z.B. die Programmiersprachen. Bei ihnen sagt die syntaktische Korrektheit ebenfalls nichts über die Sinnhaftigkeit aus. Wissensdarstellung dagegen erfordert Flexibilität in der Grammatik, um zu erreichen, daß ‚syntaktisch korrekt‘ zugleich auch ‚inhaltlich

<sup>6</sup> PATZIG (1970): *Sprache und Logik*, p. 36; KRÄMER (1988): *Symbolische Maschinen*, p. 107.

<sup>7</sup> A VI.4B, p. 1030 = X 451 (bei SCHMIDT jedoch nicht als Leibniztext gekennzeichnet).

<sup>8</sup> A VI.4A, p. 340 = X 60; ähnlich: C 296.

<sup>9</sup> Beispiel s. JAENECKE (1996): *Elementary Principles*, p. 93ff; JAENECKE (2007): *Wissensdarstellung bei Leibniz*, Anhang. Über die syntaktische Mustererkennung s. z.B. FU (1982): *Syntactic Pattern Recognition*.

<sup>10</sup> KLAUS (1973): *Semiotik und Erkenntnistheorie*, p. 41.

korrekt' bedeutet. Diese Sprache paßt dann zwar nur für genau diesen Inhalt, aber dieser wird von ihr vollständig erfaßt, d.h. für ihn ist die Sprache reichhaltig genug, so daß weder ein Verlust an Inhalten noch ein Bedürfnis nach Interpretation entsteht. Die folgende Tabelle faßt die Gegenüberstellung noch einmal zusammen:

	natürliche Sprache	formale Sprache	formale Sprache
Ziel	Kommunikation	Wissensdarstellung	Rechnersteuerung
Grammatik	wird überliefert	muß bestimmt werden	wird festgelegt
Kopplungsgrad Syntax/Inhalt	niedrig	100%	niedrig
Reichweite	nahezu alle Inhalte	genau ein Objektbereich	alles Berechenbare

Ihre zum Teil gegensätzlichen Eigenschaften sollten nicht zum Anlaß genommen werden, die beiden Sprachtypen gegeneinander auszuspielen: Beide Funktionen werden in den Wissenschaften gebraucht. Es bleibt jedoch festzuhalten, daß obwohl natürliche Sprachen ein nahezu unbegrenztes Spektrum an Inhalten aufnehmen können, sie dennoch nicht alle Möglichkeiten ausschöpfen, die eine Sprache bietet.

Man hat LEIBNIZ bezüglich seiner verschiedenen Äußerungen über Sprache Inkonsistenz vorgeworfen;<sup>11</sup> manche Autoren behaupten sogar, er habe die natürliche Sprache „kalkülisieren“ bzw. durch eine ideale künstliche Sprache ersetzen wollen.<sup>12</sup> Diesem Vorwurf liegt die Vorstellung zugrunde, LEIBNIZ habe eine Sprache sowohl für die Kommunikation als auch für die Wissensdarstellung zu konstruieren versucht.<sup>13</sup> Er hatte jedoch im Gegensatz zu seinen Inter-

preten und Kritikern erkannt, daß beide Anforderungen nicht mit einer einzigen Sprache zu verwirklichen sind:

[DALGARNOS und WILKINS'] *Sprache oder Schrift dient nur dazu, daß den durch Sprache Getrennten eine bequem herzustellende Kommunikation ermöglicht wird; doch die wahre characteristica realis, wie sie von mir angestrebt wird, müßte unter die geeignetsten Werkzeuge des menschlichen Geistes gezählt werden, indem sie nämlich ein unschlagbares Mittel in sich trägt sowohl für das Entdecken als auch für das Aufbewahren und das Beurteilen.*<sup>14</sup>

Beides, Entdecken und Beurteilen, soll nach LEIBNIZ durch formale Operationen erfolgen.

Es gibt freilich von LEIBNIZ auch Überlegungen zu einer für die wissenschaftliche Kommunikation geeigneten am Lateinischen orientierten Sprache; er nannte sie u.a. ‚lingua philosophica‘, ‚lingua rationis‘, ‚lingua universalis‘.<sup>15</sup> Der Eindruck von Inkonsistenz kommt somit durch die irrtümliche Gleichsetzung dieser Sprache mit der *characteristica universalis* zustande.<sup>16</sup>

#### 4 „Formales“ Operieren mit Symbolen

‘Formal’ wird oft abschätzig als ‘abstrakt’, ‘mechanistisch’, ‘ohne Inhalt’ bewertet, und formale Systeme gelten als Systeme ohne jeden Bezug zur Wirklichkeit. Den meisten zeitgenössischen Autoren

<sup>14</sup> AVI.3 170 = GP VII 7; ähnlich A VI.4A 264 = GP VII 184 = H 43f.

<sup>15</sup> Z.B. A VI.4A, p. 65-67 = C 277-279 = X 107-110; A VI.4A, p. 67-68 = C 279f; A VI.4A, p. 643f = C 280; A VI.4A, p. 70f = X 100; A VI.4A, p. 65f = C 281f = X 107; A VI.4A, p. 40 = C282f; A VI.4A, p. 1012f = C 283; A VI.4A, p. 881-908 = C 288-290 = X 104-106, A VI.4A, p. 333-337 = C432-435 = X 100-104.

<sup>16</sup> Z.B. DUTZ (1978): *LEIBNIZ Auffassung der Characteristica universalis*, p. 10f, p 25; s. hierzu auch: PATZIG (1966): *Leibniz, Frege und die sogenannte 'lingua characteristica universalis'*. Richtig erkannt wurden die Zusammenhänge von RISSE, *Characteristica universalis*, p. 107.

<sup>11</sup> S. hierzu HEINEKAMP (1972): *Ars characteristica*, p. 446-449.

<sup>12</sup> Z.B. KLUGE (1980): *Frege, Leibniz and the Notion of an Ideal Language*, p. 141; SWANSON, *On the calculus ratiocinator*, passim; LUTHER (1970): *Sprachphilosophie*, p. 249 usw.; ähnlich HEGEL (s.u.);

<sup>13</sup> Z.B. COHEN (1954): *On the Project*, p. 50; HEINEKAMP (1972): *Ars characteristica*, p. 450

ist nicht bewußt, daß sie HEGEL nachreden, der folgendermaßen urteilt:

*»... die Zahlen sind ein begriffsloser Stoff, die Rechenoperation ist ein äußerliches Zusammenfassen oder Trennen, ein mechanisches Verfahren, wie denn Rechenmaschinen erfunden worden sind, welche diese Operationen vollbringen; das Härteste und Grellste dagegen ist, wenn die Formbestimmungen des Schlusses, welche Begriffe sind, als ein begriffloser Stoff behandelt werden.«<sup>17</sup>*

HEGEL und seine Nachfolger argumentieren tautologisch: ein mechanisches Verfahren lasse keine vernünftigen Schlüsse zu, weil mechanisch etwas Nichtvernunftgemäßes ist. Doch bei Darstellungstreue, wenn „Syntax gleich Semantik ist“, kann man mit den Zeichen "formal", d.h. ohne auf ihre Bedeutung zu achten, operieren; der Inhalt bleibt dennoch stets präsent: Er ist im Zeichensystem enthalten. 'Formal' bedeutet dann nicht ‚inhaltsleer‘, sondern nur ‚auf Formen beruhend‘. Der Schlüssel zum eigentlichen Sinn formaler Systeme liegt also nicht im Absehen von jeglichen Gedankeninhalten, sondern im Darstellen des Inhaltes unter Beachtung der Darstellungstreue, so daß es zulässig ist zu sagen: mechanisch, aber dennoch vernünftig.

## 5 Trennung von Form und Inhalt

Kennzeichnend für eine logisch orientierte Denkweise ist die Vorstellung, Form und Inhalt könne getrennt behandelt werden. So heißt es z.B. »Erst werden die Zeichen und zulässigen Formeln des Systems, d.h. seine Syntax festgelegt, dann wird die Bedeutung der Formeln definiert.«<sup>18</sup> »Formale Systeme werden zunächst konstru-

iert und danach gedeutet.«<sup>19</sup> »Wissen ist relativ zu einer gegebenen Sprache definiert.«<sup>20</sup>

Man nimmt also an, es sei möglich, künstliche Sprachen, mit denen etwas ausgesagt werden soll, unabhängig von jedem Inhalt zu konstruieren. Die Suche nach einem geeigneten Darstellungsmedium für einen bestimmten Objektbereich wird ersetzt durch die Suche nach einer geeigneten Interpretation für konstruierte Zeichensysteme. Das würde in Bezug auf die syntaktischen Mustererkennung bedeuten, zuerst eine Grammatik festlegen und dann nach Mustern suchen, die mit ihr beschrieben werden können. In der Künstlichen Intelligenz wird ähnlich verfahren: Wissen wird hier oft in einem festen, meist von einer bestimmten Programmiersprache unterstützten Formalismus dargestellt, in der Hoffnung, der Formalismus sei allgemein genug, um jede Art von Wissen erfassen zu können. Das Prinzip der Darstellungstreue fordert jedoch, die Form an den Inhalt anzupassen. Dazu bedarf es einer Auseinandersetzung sowohl mit dem darzustellenden Inhalt als auch mit den Sprachmitteln. Geht es um die Erfassung von quantitativen Sachverhalten, wird man zweckmäßigerweise auf mathematische Methoden zurückgreifen. Zum Erfassen von qualitativen Zusammenhängen genügt oft schon die natürliche Sprache; es gibt aber auch hier formale Repräsentationsmittel, z.B. die semantischen Netze, mit denen sich ein beliebig komplexes Geflecht von Beziehungen anschaulich darstellen läßt.

## 6 Traditionsbedingte Verletzungen der Darstellungstreue

Mißachtung der Darstellungstreue ist die häufigste Ursache für Fehler und Mißverständnisse in den theoretischen Wissenschaften.

---

<sup>17</sup> HEGEL, *Wissenschaft der Logik: Die Lehre vom Begriff*, p. 127f; ähnlich p. 128.

<sup>18</sup> WEIZSÄCKER (1971): *Die Einheit der Natur*, p. 56.

---

<sup>19</sup> KRÄMER (1988): *Symbolische Maschinen*, p. 123; ähnlich: ebd. p. 60.

<sup>20</sup> BALZERT (1997): *Die Wissenschaft und ihre Methoden*, p. 36.

Dabei werden oft unbewußt Methoden befolgt, die bei bestimmten Anwendungen notwendig eine Verletzung der Darstellungstreue nach sich ziehen. Besonders folgenreich sind einfache, vielfältig bewährte Formalismen mit langer Tradition, die kulturprägend in das Alltagswissen eingegangen sind. So ist es z.B. typisch für unsere Kultur, daß immer dann, wenn es etwas zu gliedern gilt, eine hierarchische Struktur zugrundegelegt wird. Eine Hierarchie wird nicht mehr als Darstellungsschema empfunden, aber dennoch in dieser Funktion gebraucht. Andere Beispiele sind die Verwendung von ein- bzw. zweidimensionalen Darstellungsmitteln bei vieldimensionalen Inhalten, veranlaßt durch das Medium Papier, ferner die unbegründete Orientierung an Dualismen. In allen diesen Fällen engt der Formalismus den Gedankenkreis ein oder es werden unbewußt Denkinhalte unter Verletzung der Darstellungstreue an den Formalismus angepaßt, vergleichbar etwa mit dem Beschränken auf nur solche Aufgaben, für die sich das ausgewählte Werkzeug eignet oder mit dem Gebrauch eines Werkzeugs für den falschen Zweck: man gerät gewissermaßen in die Abhängigkeit eines Formalismus‘.

Verletzung der Darstellungstreue gibt es auf allen Gebieten; die beiden folgenden Beispiele stammen aus der Philosophie und der Meßpraxis.

### 6.1 Philosophisches Beispiel für die Verletzung der Darstellungstreue

So operiert HEGEL mit Begriffspaaren wie abstrakt/konkret, Zufall/Notwendigkeit, Sein/Nichtsein, Einheit/Vielheit usw., die nach herkömmlichem Sprachgebrauch einen Gegensatz beschreiben, sich also gegenseitig ausschließen, z.B. »Das reine Sein und das reine

Nichts sind also dasselbe.«<sup>21</sup> »Das Zufällige hat also darum keinen Grund, weil es Zufällig ist; und ebensowohl hat es einen Grund, darum weil es zufällig ist.«<sup>22</sup> »... die Notwendigkeit hat sich noch nicht aus sich selbst zur Zufälligkeit bestimmt.«<sup>23</sup>

Ferner ist vom dialektischen Gesetz des Umschlagens von Quantität in Qualität, vom Durchdringen der Gegensätze, von der Negation der Negation usw.<sup>24</sup> die Rede. Gemäß der zweiwertigen Logik verbirgt sich in diesen dialektischen Begriffen ein Widerspruch; sie werden daher von Wissenschaftlern, die aus dieser Sicht heraus urteilen, als unsinnig bzw. als paradox abgelehnt. ENGELS rechtfertigt im Anschluß an HEGEL die dialektische Sichtweise damit, daß sie den dialektischen Charakter unserer Welt widerspiegeln.<sup>25</sup> Er faßt die Dialektik als die Wissenschaft von den allgemeinen Bewegungs- und Entwicklungsgesetzen der Natur, der Menschengesellschaft und des Denkens auf<sup>26</sup> und belegt es mit Wechselwirkungsprozessen aus diesen Gebieten.

Aus der von HEGEL geschaffenen Situation zweigen drei Wege ab; zwei davon sind Irrwege. Mit der ihr eigentümlichen Treffsicherheit hat sich die Philosophie für diese beiden entschieden. Bei dem einen ist die Dialektik zur Grundlage gemacht worden; er ist gekennzeichnet durch den verzweifelten Versuch, innerhalb des verfügbaren ideologischen Spielraums formale Logik und Dialektik in Einklang zu bringen. Der andere verwirft den dialektischen Ansatz und damit zugleich den unbestreitbaren Prozeßcharakter unserer Welt. Die Folge ist notwendig eine Abkehr von der Wirklichkeit und

<sup>21</sup> HEGEL, *Wissenschaft der Logik. Die Lehre vom Sein*, p. 72.

<sup>22</sup> HEGEL, *Wissenschaft der Logik. Die Lehre vom Wesen*, p. 179.

<sup>23</sup> HEGEL, *Wissenschaft der Logik. Die Lehre vom Wesen*, p. 185.

<sup>24</sup> ENGELS, *Dialektik der Natur*, p. 348.

<sup>25</sup> ENGELS, *Anti-Dühring*, p.22, p. 125-133; ENGELS, *Dialektik der Natur*, p. 355, p. 362.

<sup>26</sup> ENGELS, *Anti-Dühring*, p. 131f.

eine Hinwendung zu idealistischen und positivistischen Strömungen. Aus Sicht der Wissensdarstellung handelt es sich beim dialektischen Ansatz jedoch wiederum um eine Verletzung der Darstellungstreue: Es wird versucht, mit dem Rüstzeug der zweiwertigen Logik die Prozeßhaftigkeit der Vorgänge in Natur und Gesellschaft, also Zeitveränderlichkeit, zu beschreiben, wofür aber dieser Formalismus ungeeignet ist. Der dritte Weg bestünde also darin, nach einem sprachlichen Ausdruck für allgemeine Wechselwirkungsprozesse zu suchen; er wurde bisher nur teilweise realisiert.

## 6.2 Verletzung der Darstellungstreue in der Meßpraxis

Es ist ein merkwürdiges Faktum, daß nahezu alle Messungen auf einem die Darstellungstreue verletzenden Verfahren beruhen. In Abbildung 1 ist schematisch ein Zeiger über einem Zifferblatt dargestellt; es bestehe die Aufgabe, das Meßgerät abzulesen und das Meßergebnis mathematisch darzustellen. Wählt man als mathematisches Darstellungsmedium die Menge der rationalen Zahlen (die irrationalen Zahlen scheiden aus, weil sie auch mathematisch nur näherungsweise angegeben werden können), so gilt es nun anzugeben, auf welche rationale Zahl der Zeiger weist. Sie ist jedoch unlösbar, da nur abgelesen werden kann, wie viele Skaleneinheiten er vollständig überquert hat, aber nicht, auf welcher rationalen Zahl er stehengeblieben ist. Eine Verkleinerung der Skalenabstände liefert keine Lösung, sondern nur eine Verfeinerung des Problems, allerdings nur bis zu einem bestimmten Grad, denn es ist sinnlos, den Skalenabstand kleiner als die Zeigerbreite zu machen. Man könnte nun zwar den Zeiger selbst verfeinern. Da aber die Zeigerbreite immer endlich ist, andererseits die rationalen Zahlen in sich dicht liegen (d.h. zu je zwei rationale Zahlen  $q_1 < q_2$  gibt es stets eine dritte Zahl  $q$  mit  $q_1 < q < q_2$ ), besteht keine Möglichkeit, mit

einem physikalischen Zeiger genau eine rationale Zahl auszuzeichnen. In der Praxis wird daher eine Zahl geraten, von der man glaubt, daß sie die Situation am besten beschreibt. Dieses Vorgehen verstößt jedoch gegen das Prinzip der Darstellungstreue, indem etwas formal beschrieben wird, was nicht den empirischen Gegebenheiten entspricht.

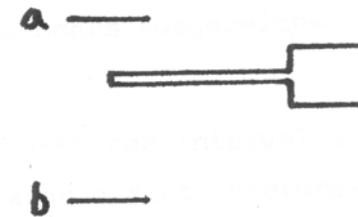


Abbildung 1: Zeigerstellung über einem Zifferblatt. Ein Zeiger kann unter anderem aufgrund seiner endlichen Breite niemals genau auf eine (rationale) Zahl weisen; Ablesen bedeutet daher in der Praxis, eine Zahl raten. Diese Vorgehensweise verstößt gegen das Prinzip der Darstellungstreue.

Zu den Ableseungenauigkeiten kommen noch die Verfälschungen hinzu, die durch die Meßwechselwirkungen und durch die Umwelteinflüsse entstehen; jede Messung ist daher, bis auf spezielle, hier nicht betrachtete abgrenzbare Ausnahmen, unvermeidbar mit Fehlern behaftet. Da also die empirischen Gegebenheiten festliegen, erfordert das Prinzip der Darstellungstreue, nach einem geeigneten Darstellungsmittel zu suchen. Auf den Meßwert bezogen, bedeutet dies: Es muß für ihn eine mathematische Größe gefunden werden, die den Meßfehler mit darzustellen gestattet.

Das Meßgerät zeigt nur an, daß der Zeiger zwischen den Skalenstrichen  $a$  und  $b$  stehen geblieben ist und damit der gesuchte Wert – eine funktionsfähige Apparatur vorausgesetzt – irgendwo zwischen  $a$  und  $b$  liegen muß. Diese Situation läßt sich formal dadurch be-

schreiben, daß anstelle einer rationalen Zahl als Meßwert eine Zahlenmenge angegeben wird, von der aufgrund der Zeigerstellung bekannt ist, daß der gesuchte Wert ein Element der Menge sein muß. Man wird hierzu zweckmäßigerweise ein reelles abgeschlossenes Zahlenintervall wählen, dessen obere bzw. untere Grenze eine obere bzw. untere Schranke für den gesuchten Wert bildet.

Ein Intervall als Meßwert widerspricht unserer anerzogenen Denkweise und mag daher befremdend erscheinen; es ist dennoch eine notwendige Konsequenz, sich aus der strikten Einhaltung der Darstellungstreue ergibt.

## Literatur

- BALZERT; WOLFGANG (1997): *Die Wissenschaft und ihre Methoden. Grundsätze der Wissenschaftstheorie*, Verlag Karl Alber, Freiburg/München 1997.
- COHEN, JONATHAN (1954): "On the project of a universal character", *Mind*, **63** (1954), p. 49-63.
- DUTZ, KLAUS (1978): *Leibniz' Auffassung der characteristic universalis und ihr Verhältnis zu der natürlichen Sprache*. Münsteraner Arbeitskreis für Semiotik, Münster 1978.
- ENGELS, FRIEDRICH (1894): *Anti-Dühring*. Nachdruck der durchgesehenen und vermehrten Auflage von Stuttgart 1894: MEW **20**, Dietz Verlag, Berlin 1986, p. 3-303.
- ENGELS, FRIEDRICH (1925): *Dialektik der Natur*. Nachdruck der Ausgabe Moskau-Leningrad 1925: MEW **20**, Dietz Verlag, Berlin 1986, p. 305-620.
- FU, K.S (1982): *Syntactic Pattern Recognition and Applications*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, Inc, New Jersey 1982.
- HEGEL, G. W. (1813): *Wissenschaft der Logik. Die Lehre vom Wesen* (1813). Neu hg. v. HANS-JÜRGEN GAWOLL; mit einer Einleitung von WALTER JAESCHKE. Felix Meiner Verlag, Hamburg 1992.
- HEGEL, G. W. (1816): *Wissenschaft der Logik. Die Lehre vom Begriff* (1816). Neu hg. v. HANS-JÜRGEN GAWOLL; mit einer Einleitung von FRIEDRICH HOGEMANN. Felix Meiner Verlag, Hamburg 1994.
- HEGEL, G. W. (1832): *Wissenschaft der Logik. Die Lehre vom Sein* (1832). Neu hg. v. HANS-JÜRGEN GAWOLL; mit einer Einleitung von FRIEDRICH HOGEMANN und WALTER JAESCHKE. Felix Meiner Verlag, Hamburg 1990.
- HEINEKAMP, ALBERT (1972): "Ars characteristica und Natürliche Sprache bei Leibniz", *Tijdschrift voor Filosofie*, **34/3** (1972), p. 446-488.
- JAENECKE, PETER (1996): "Elementary Principles for Representing Knowledge", *Knowledge Organization* **23/2** (1996), p. 88-102. Überarbeitete Version s. unter <http://www.peterjaenecke.de/wissensdarstellung.html>.
- JAENECKE, PETER (2002): Wissensdarstellung bei Leibniz, in: Friedrich Hermanni & Herbert Breger (Hrsg.): *Leibniz und die Gegenwart*. Wilhelm Fink Verlag, München 2002, p. 89-118.
- JAENECKE, PETER (2007): Wissensdarstellung bei Leibniz. Siehe unter <http://www.peterjaenecke.de/wissensdarstellung.html>.
- KLAUS, GEORG (1973): *Semiotik und Erkenntnistheorie*, Wilhelm Fink Verlag, München/Salzburg 1973.
- KLUGE, EIKE-HENNER W. (1980): "Frege, Leibniz and the Notion of an Ideal Language", *Studia Leibnitiana* **XIII/1** (1980), p. 140-154.
- KRÄMER, SYBILLE (1988): *Symbolische Maschinen*. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1988.
- LEIBNIZ, GOTTFRIED WILHELM:
- A = *Sämtliche Schriften und Briefe* = Akademieausgabe 1923ff; zitiert nach Reihe, Band.(ev. Teilband), Seite.
- Der hier oft zitierte Teilband A VI.4A ist im Internet frei zugänglich unter <http://www.leibniz-edition.de/Baende/ReiheVI.htm>
- Siehe auch: <http://www.leibniz-edition.de>
- B = *Die Leibniz-Handschriften der Königlichen öffentlichen Bibliothek zu Hannover*. Hannover u. Leipzig 1895, ed. E. BODEMANN. Nachdruck: Olms Verlag, Hildesheim/New York 1966.
- C = *Opusculs et fragments inédits de Leibniz*. Extraits des manuscrits ... par L. COUTURAT. Paris 1903. Nachdruck: Olms Verlag, Hildesheim 1961, 1966.
- E = *Schöpferische Vernunft. Schriften aus den Jahren 1668-1686*. Zusammengestellt, übersetzt und erläutert von W. v. ENGELHARDT, Simons Verlag, Marburg 1951.
- GLK = *Die Grundlagen des logischen Kalküls* (Lateinisch - Deutsch). Herausgegeben, übersetzt und mit einem Kommentar versehen von Franz Schupp. Felix Meiner Verlag, Hamburg 2000.
- GM = *Die mathematische Schriften* Bd. 1-7, ed. GERHARDT, Halle 1855-1863. Nachdruck: Olms Verlag, Hildesheim/New York 1962; zitiert nach Band, Seite.

- GP = *Philosophische Schriften* Bd. 1-7, ed. GERHARDT, Berlin 1875-1890. Nachdruck: Olms Verlag Hildesheim/New York 1978; zitiert nach Band, Seite.
- VE = Vorausedition zu A VI.4, *Philosophische Schriften*, Münster 1981ff.
- X = *Fragmente zur Logik*. Ausgewählt, übersetzt und erläutert von F. SCHMIDT, Akademie Verlag, Berlin 1960.
- LUTHER, WILHELM (1970): *Sprachphilosophie als Grundwissenschaft*, Quelle & Meyer, Heidelberg 1970.
- PATZIG, GÜNTHER (1969): "Leibniz, Frege und die sogenannte 'lingua characteristica universalis'", in: Kurt Müller & Wilhelm Totok (Hrsg.), *Akten des Internationalen Leibniz-Kongresses Hannover 1966, Bd. III, Erkenntnislehre, Logik, Sprachphilosophie, Editionsberichte*, Franz Steiner Verlag, Wiesbaden 1969, p. 103-112.
- PATZIG, GÜNTHER (1970): *Sprache und Logik*. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1970.
- RISSE, WILHELM (1969): "Die Characteristica universalis bei Leibniz", *Studi intern. di Filosofia* 1, 1969, p. 107-116.
- SWANSON, J. W. (1965): "On the calculus ratiocinator", *Inquiry* 8/4 (1965), S. 315-331.
- WEIZSÄCKER, C.F. v. (1971): "Sprache als Information", in: v. WEIZSÄCKER, C.F.: *Die Einheit der Natur*, Carl Hanser Verlag, München 1971.