

Bernd Mahr

DAS WISSEN IM MODELL

1. Modelle in der disziplinären Matrix einer wissenschaftlichen Gemeinschaft

Auf das Wissen im Modell verweisen Passagen des Aufsatzes `Neue Überlegungen zum Begriff des Paradigma'¹ von Thomas Kuhn, den er 1974, zwölf Jahre nach seinem als radikal aufgenommenen und viel diskutierten Buch `Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen'² veröffentlichte. Im Aufsatz greift Kuhn den Begriff des Paradigma wieder auf, der im Buch bei der Erklärung wissenschaftlicher Revolutionen eine zentrale Rolle spielte. Von Kritikern war dieser Begriff wegen großer Unschärfe heftig angegriffen worden, während Anhänger des Buches den Ausdruck Paradigma meist ohne Begründung und ohne Verständnis gebrauchten. Zur Rezeption seines Buches schreibt Kuhn: „Im großen ganzen bin ich sehr erfreut über das Interesse, das es erregt hat, und auch über einen großen Teil der Kritik. Doch eine Seite der Reaktion bestürzt mich bisweilen. Wenn ich Gespräche insbesondere zwischen Anhängern des Buches hörte, konnte ich manchmal kaum glauben, dass alle Teilnehmer von demselben Buch sprachen. Ein Teil seines Erfolges, so muss ich mir mit Bedauern sagen, rührt daher, dass fast jeder alles herauslesen kann, was er will. An dieser übermäßigen Formbarkeit ist nichts an dem Buch so stark verantwortlich wie die Einführung des Ausdrucks `Paradigma'.“³

Eine der wichtigsten Bedeutungen des Begriffs `Paradigma' sieht Kuhn in der Antwort auf die Frage, welche Gemeinsamkeiten die verhältnismäßig unproblematische fachliche Kommunikation und die verhältnismäßig einhelligen fachlichen Urteile einer wissenschaftlichen Gemeinschaft erklären können. Für dieses Verständnis des Ausdrucks verwendet er in seinem Aufsatz den „weniger Verwirrung stiftenden“ Begriff der `disziplinären Matrix': „disziplinär', weil sie der gemeinsame Besitz der Vertreter einer Fachdisziplin ist; `Matrix', weil sie aus Elementen verschiedener Art besteht, die alle genauer angegeben werden müssen“⁴.

Großen Wert für die Erkenntnisfunktion einer Gemeinschaft, meint Kuhn, haben vor allem drei Elemente einer disziplinären Matrix: `symbolische Verallgemeinerungen', `Modelle' und `Musterbeispiele'. „Modelle liefern der Gruppe“, schreibt er, „bevorzugte Analogien oder, wenn sie von großer Überzeugungskraft getragen sind, eine Ontologie. Am einen Extrem sind sie

¹ Kuhn (1978)

² Kuhn (1973)

³ Kuhn (1978), S. 389

⁴ Kuhn (1978), S. 392

heuristischer Natur: Der Stromkreis lässt sich mit Nutzen als stationäres hydrodynamisches System begreifen, oder ein Gas als Menge winziger Billardkugeln in regloser Bewegung. Am anderen Extrem sind sie Gegenstände metaphysischer Festlegungen: Die Wärme eines Körpers *ist* die kinetische Energie seiner Teilchen, oder, noch deutlicher metaphysisch, alle wahrnehmbaren Erscheinungen gehen auf die Bewegung und Wechselwirkung qualitativ neutraler Atome im leeren Raum zurück.“⁵

„Um zu verstehen, wie eine wissenschaftliche Gemeinschaft vernünftige Erkenntnisse hervorbringt und nachprüft, muss man nach meiner Auffassung zumindest die Funktion dieser drei Bestandteile des disziplinären Systems verstehen. Veränderungen in irgendeinem von ihnen können zu Veränderungen des wissenschaftlichen Verhaltens führen, die sich auf den Ort der Forschungen einer Gruppe wie auch auf ihre Verifikationsgrundsätze auswirken“⁶.

Abgesehen von der herausgehobenen Bedeutung, die Kuhn diesen Elementen im revolutionären Wandel der Disziplin einer wissenschaftlichen Gemeinschaft zuschreibt, zeigt sich deren Identität stiftende Funktion vor allem im Alltag wissenschaftlicher Arbeit. Alle drei Elemente gehören wesentlich zum Gegenstand universitärer Ausbildung, deren Intention es ja ist, den Nachwuchs auf das Leben in der Gemeinschaft vorzubereiten, und alle drei sind Träger der die Gemeinschaft prägenden Vorverständnisse und Konzeptualisierungen und deshalb die selbstverständlichen Bezugsgrößen der Lehre, Forschung und Innovationen in der Disziplin. In den Elementen einer disziplinären Matrix, in den symbolischen Verallgemeinerungen, Modellen und Musterbeispielen, wird also ein essentieller Teil des Wissens der Gemeinschaft entwickelt, bewahrt und weitergegeben.

Die Frage nach dem Wissen im Modell erhält dadurch einen doppelten Sinn: einerseits, ganz praktisch und nahe liegend, als Frage nach Inhalt und Form der im Einzelnen von einer bestimmten Gemeinschaft vertretenen Überzeugungen, und andererseits, ganz allgemein und grundlegend, als Frage nach dem, was Modelle dazu befähigt, Träger und Bezugsgrößen von Wissen zu sein. Um diese zweite Lesart der Frage geht es hier.

2. Modelle in der Relativierung von Wissen und Wahrheit

„Wissen“, sagt Max Scheler 1926, „ist die Teilhabe am Sosein eines Seienden, deren Voraussetzung die das eigene Sein transzendierende Teilnahme ist“⁷. Es ist also eine bestimmte Art der Beziehung zur Welt, die wir mit dem Wissen haben, eine Beziehung, die wir herstellen müssen, indem wir uns zu Eigen machen, worauf sich das Wissen bezieht. Nur so kann aus der Teilnahme eine Teilhabe werden. Wissen ist dabei nicht nur Orientierungs- und Verfügungswissen, das wir

⁵ Kuhn (1978), S. 393

⁶ Kuhn (1978), S. 393

⁷ Zitiert nach Schmidt (1969), S.665, Schlagwort Wissen

durch Erfahrung, Bildung und Denken erwerben, sondern Wissen steckt auch im Gewissen und im begrenzten Raum unseres Bewusstseins.

An der Möglichkeit des Wissens, das sich, nach dem Verständnis Kants⁸, vom Meinen und Glauben durch seine zugleich subjektive und objektive Gültigkeit unterscheidet, ist Zweifel denkbar. Schon Parmenides sieht die Sterblichen von der Teilhabe am Sein ausgeschlossen, da sie durch die Subjektivität ihrer Wahrnehmung notwendig dem bloßen Meinen verhaftet sind. In seinem Lehrgedicht lässt er die Göttin den als Gast angereisten Parmenides vor dem Weg des Suchens warnen, auf dem, wie sie sagt, „die Sterblichen, die nichts wissenden, umherwanken, die doppelköpfigen: denn Ohnmacht lenkt in ihrer Brust ihren schwankenden Verstand, und sie treiben dahin so taub als blind, blöde, verdutzte Gaffer, unterscheidungslose Haufen, bei denen Sein und Nichtsein dasselbe gilt und nicht dasselbe, und es in allen Dingen einen umgekehrten Weg gibt“⁹.

Die Gewissheit, dass eine das eigene Sein transzendierende Teilnahme tatsächlich eine Teilhabe am Sosein des Seienden ermöglicht, ist nun selbst aber Wissen und daher den gleichen Bedingungen unterworfen, denen der denkbare Zweifel anhaftet. Parmenides umgeht dieses Wissensproblem, indem er das Wissen über die Natur der Sterblichen jedem Zweifel entzieht. Es ist das Wissen der Göttin. Wir Sterblichen verlieren uns als Suchende jedoch notwendig in immer höhere Stufen der Transzendenz, wenn wir der Gewissheit die Denkbare des Zweifels gegenüberstellen. Denn dann zeigt sich, dass Wissen als eine absolute Form des „Fürwahrhaltens“ unfasslich ist.

Die in dieser Unfasslichkeit steckende Aporie ist auch die Grundlage der skeptischen Haltung Platons. In seinem Dialog *‘Theätet’* lenkt er die Diskussion der Herren Sokrates, Theaitetos und Theodoros um die Frage nach der *episteme* zu der problematischen Erkenntnis, dass Wissen nicht bloß Wahrnehmung oder richtige Meinung ist, und auch nicht nur richtige Meinung verbunden mit einer logischen Erklärung, sondern dass Wissen richtige Meinung verbunden mit Wissen ist, höherem Wissen, das Wahres von Falschem zu unterscheiden vermag: Am Ende des Gesprächs resümiert Sokrates: „Wer also gefragt wird, was *‘Wissen’* sei, der wird, scheint mir, folgende Antwort geben: *‘richtige Meinung, verbunden mit Wissen von der Verschiedenheit’*. Denn das wäre wohl nach jener Ansicht die Hinzunahme einer logischen Erklärung“. „Offenbar“ entgegnet ihm Theaitetos, worauf Sokrates erwidert: „Und es wäre doch reine Torheit, wenn wir nach dem Wissen suchen, zu sagen, es sei eine richtige Meinung, verbunden mit Wissen, gleichviel, ob von der Verschiedenheit oder von sonst etwas. Somit, Theaitetos, wäre also das Wissen weder Wahrnehmung noch richtige Meinung noch eine logische Erklärung, die zu der richtigen Meinung hinzukommt“. „Offenbar nicht“ stimmt Theaitetos zu, worauf Sokrates weiter fort fährt: „Sind wir nun noch mit etwas schwanger, mein lieber Freund, und haben wir immer noch Wehen vom Wissen, oder haben wir alles zur Welt gebracht?“ „Ja, beim

⁸ Kant (1990), S. 739ff

⁹ Parmenides (1969), S. 17-19

Zeus“, bestätigt Theaitetos wieder, „und du hast mich dazu gebracht, noch mehr zu sagen, als was ich in mir hatte.“ Sokrates aber darauf: „Und sagt uns nicht unsere Hebammenkunst bei alledem, dass es Windgeburten sind, die die Aufzucht nicht lohnen?“ Theaitetos darauf: „Ja, ganz und gar.“ Mit dieser Feststellung der Aporie kommt der Dialog zum Ende¹⁰.

Wenn aber Wissen stets Wissen auf einer höheren Stufe voraussetzt, dann können wir im Praktischen wegen der Endlichkeit unseres Lebens die unendliche Hierarchie dieser Wissensstufen niemals vollständig ausschöpfen. Wir sind deshalb bei der fortgesetzten Frage nach erfahrbarer Gewissheit am Ende gezwungen, auf irgendeiner Ebene der Hierarchie von der Wahrheit abzusehen: auf dieser Ebene muss das Wissen entweder einem bloßen Meinen weichen, oder wir müssen im Urteil des Fürwahrhaltens die Modalität wandeln und uns mit einem hypothetischen Urteil begnügen; oder aber es bleibt uns nichts anderes übrig, als uns auf die kollektiven Überzeugungen der Gemeinschaft zu berufen, in der das entsprechende Wissen beheimatet ist.

Alfred Tarski formulierte 1935 seine Zweifel an einer Definierbarkeit der Wahrheit: „In Bezug auf die Umgangssprache“, so schreibt er, „scheint nicht nur die Definition des Wahrheitsbegriffes, sondern sogar sein konsequenter und mit den Gesetzen der Logik übereinstimmender Gebrauch unmöglich“¹¹. Wird nun im Wissen die „Teilhabe am Sosein des Seienden“ gesehen oder ein Fürwahrhalten mit zugleich „subjektiver und objektiver Gültigkeit“, übertragen sich Tarskis Zweifel direkt auf die Definierbarkeit des Wissens. Denn unvermeidlich erbt dann der Wissensbegriff diese Schwierigkeiten des Wahrheitsbegriffs. Was hier für die empirische Welt und die Umgangssprache gilt, muss jedoch nicht unbedingt für mathematische Strukturen und formalisierte Sprachen gelten. In seiner Arbeit „Der Wahrheitsbegriff in den formalisierten Sprachen“ zeigt Tarski, dass sich das Wahrheitsproblem der Umgangssprache durch Bezugnahme auf eine mit mathematischen Mitteln definierbare unendlich aufsteigende Hierarchie von Urteilen der Wahrheit vermeiden lässt¹². Er erklärt damit Wahrheit, und implizit so auch Wissen, zu einer Größe, die nur als Denkmöglichkeit existiert. Platon erscheint es noch als „reine Torheit“, lebensweltliches Wissen an die Voraussetzung des Wissens zu binden. Tarski dagegen umgeht in der Welt der Denkmöglichkeiten dieses Problem durch die Unendlichkeit der Hierarchie.

Saul Kripke widerspricht Tarski in seinem 1975 erschienenen Aufsatz „Outline of a Theory of Truth“¹³. Er sieht in einer unendlichen Hierarchie von Wahrheitsurteilen keine geeignete Definition des Wahrheitsbegriffs, weil sich nicht alle Wahrheitsaussagen in diese Hierarchie einordnen lassen. So können zum Beispiel Aussagen, in denen die Wahrheit aller Aussagen einer unendlichen Sequenz wahrer Aussagen ausgesagt wird, keiner Ebene der Hierarchie

¹⁰ Platon (1974), Band V, S.123

¹¹ Tarski (1935), S. 266

¹² Tarski (1935), S. 261- 405.

¹³ Kripke (1975)

zugeordnet werden, weil sie im Hinblick auf die Hierarchie transfinit sind. Zwar hatte Tarski bewiesen, dass Antinomien¹⁴ nur durch Einschränkungen in den Ausdrucksmöglichkeiten der formalisierten Sprache vermieden werden können, aber Kripke sieht in Tarskis Wahrheitsdefinition keine angemessene Einschränkung zur Lösung dieses Problems. Im Gegenentwurf entwickelt er eine Theorie partieller Wahrheitsprädikate, deren Anwendung auf selbstbezügliche Aussagen Einschränkungen unterliegt. Er muss dafür jedoch in Kauf nehmen, dass er über die Wahrheit mancher Aussagen, wie zum Beispiel die Wahrheit des Satzes vom Kreter nicht mehr sprechen kann. Andere Ansätze¹⁵ finden andere Lösungen des Problems, kommen aber natürlich, wie Tarski ja allgemein gezeigt hatte, auch nicht ohne eine Einschränkung der Ausdrucksmöglichkeiten aus.

Die epistemische Logik schließlich, die das Wissen als Konjunktion von Wahrem und Geglaubtem einem Subjekt zuschreibt¹⁶, vermeidet die Unfasslichkeit des endgültig Objektiven. Entweder versteht sie Wahrheit als Beweisbarkeit in einem axiomatischen System, oder sie unterzieht Wahrheit der Relativierung in einem semantischen Modell. Ähnlich wie in der Prädikatenlogik verwandelt sich bei der Relativierung der Wahrheit in einem Modell die Wahrheitsaussage in ein Urteil der Gültigkeit in einer mathematisch definierten Struktur. Dabei werden geglaubte Aussagen dann zum Wissen, wenn sie entweder, im Fall der Allgemeingültigkeit, in jeder Struktur wahr sind, oder aber, im Fall der Kontingenz, ihre Bestätigung in einer Menge von Modellen erfahren, die als mögliche Welten aufgefasst werden können. Bei dieser Konzeption des Wissens verdrängt die Wählbarkeit eines Modells die Denkbarkeit des Zweifels an der Gewissheit einer bestimmten Welt, während die Definierbarkeit des Modells als mathematische Struktur das Urteil der Gültigkeit dem Ordnungssystem der Mathematik zu unterwirft. Damit erübrigt sich die skeptische Frage nach der objektiven Gültigkeit des Wissens in jeder Gemeinschaft, in der die Mathematik anerkannt wird.

Für die Praxis in den Wissenschaften war die begründbare Skepsis gegenüber dem Wissen wohl zu keiner Zeit ein unüberwindbares Hindernis der Erkenntnis. Auch in neuzeitlichen Überlegungen der Philosophie wird sie nicht zum grundsätzlichen Problem, weil hier das Wissen, als Vorbedingung des Handelns verstanden, subjektiv relativiert wird und im Hinblick auf objektive Gültigkeit Interpretationswelten vorausgesetzt werden, in denen sich die Beziehung des Subjekts zur Welt gestaltet. Günter Abel sieht im Wissen deshalb ein wahres

¹⁴ Antinomien sind wohlgeformte Sätze, die keinen Wahrheitswert besitzen, weil sie genau dann wahr sind, wenn sie falsch sind, wie etwa die Aussage eines Kreters, der sagt, dass alle Kreter lügen. Ein schönes Beispiel einer Antinomie ist das Folgende. Es stammt von Kripke und zeigt, dass der Verlust des Wahrheitswertes auch vom Kontext der Aussage abhängen kann: **A** sagt 'Alle Aussagen, die **B** heute äußert, sind falsch'. Am gleichen Tag sagt **B** 'Alle Aussagen, die **A** heute äußert, sind wahr'. Beide Aussagen sind falsch, wenn **B** am gleichen Tag unter anderem äußert, dass $1+1=2$ ist. Es gibt dann kein Problem. Handelt es sich bei den beiden Aussagen aber um die einzigen Aussagen, die **A** und **B** an diesem Tag machen, so sind beide Aussagen Antinomien. Sie sind dann also genau dann wahr, wenn sie falsch sind.

¹⁵ Siehe hierzu auch Sträter (1992), Halbach (1996) und Zeitz (2000).

¹⁶ Siehe hierzu Mittelstraß (1995), Band 2, S. 646ff, Schlagwort Logik, epistemische

Glauben, das er als ein wahres Überzeugtsein interpretiert. Als solches ist es eine bestimmte Form der Interpretation: „A weiß, dass p, genau dann, wenn A glaubt, dass p, und wenn A mit seinem Glauben recht hat, d.h. wenn dieser mit der Form der Interpretationspraxis zusammenstimmt und sich im Leben bewährt, mithin die mit einem Wissen verbundene Sicherheit gibt.“¹⁷

Die Frage nach dem Wissen im Modell stellt sich also nicht nur mit der Frage nach dem Gemeinsamen einer wissenschaftlichen Gemeinschaft, sondern, viel allgemeiner und viel grundsätzlicher, auch bei der Frage nach dem Wissen selbst. Denn es sind letztlich Modelle, sei es in der Form mathematischer Strukturen oder in der Form von Interpretationswelten, die einen Ausweg aus der Aporie einer endgültigen und objektiven Gültigkeit des Wissens weisen. Denn letztlich macht sich nur in der Bezugnahme auf Modelle das Wissen breit.

3. Modelle im Kontext veräußerten Wissens

Grundsätzlich ist Wissen immer an Form und Repräsentation gebunden, und Repräsentation wiederum an ein Medium, das die Funktion eines Trägers der Repräsentation übernimmt. Auch dann, wenn sich Wissen als psychischer Zustand, der eine bestimmte Form des Fürwahrhaltens beinhaltet, ausschließlich in den Handlungen eines Menschen zeigt, müssen für dieses nur im Mentalen zu verortende Wissen Form und Repräsentation angenommen werden.

Aus der Gebundenheit des Wissens an Form und Repräsentation resultiert die Möglichkeit seiner Veräußerung. Zwar ist Wissen nicht notwendig an die Form des Propositionalen gebunden und auch nicht notwendig an eine Repräsentation in der Sprache, aber es ist im besonderem Maße das Medium der Schrift, das dem Wissen zu einem mit einem Wert versehenen Material des Urteilens, Handelns und Austauschens verholfen hat. In der Schrift erfährt Wissen eine Veräußerung auf symbolischer Ebene, auf der es sich kulturtechnisch etabliert¹⁸. Wissen wird durch die Schrift gleichsam zu einem Stoff und dadurch zunehmend von dem Subjekt unabhängig, in dem es sich gegenüber dem Glauben und Meinen durch seine zugleich subjektive und objektive Gültigkeit behaupten muss. Wissen entwickelt sich so zu einem von seinem ursprünglichen Subjektbezug losgelösten speicher- und kommunizierbaren Gedankeninhalt, dem nicht mehr selbst ein bestimmtes Maß des Fürwahrgehaltenwerdens zukommt, sondern dem dieses Fürwahrgehaltenwerden als qualifizierendes Merkmal erst wieder zugeordnet werden muss.

Veräußertes Wissen kann aber durch die Trennung vom Subjekt nur dann noch von beliebigen Inhalten irgendwelcher symbolischen Gegebenheiten

¹⁷ Abel (1999), S. 310. Siehe auch Abel (1995)

¹⁸ Hendrik Budde, Bernd Graff, Wissenswertes. Wegweiser durch die Ausstellung. In: Wissen verarbeiten, speichern weitergeben: Von der Gelehrtenrepublik zur Wissensgesellschaft. In 7 Hügel (2000), Bd. VI, S. 16 - 25

unterschieden werden, wenn es eine Gemeinschaft gibt, die diese Unterscheidung vornimmt und die das veräußerte Wissen in ihren Ordnungssystemen als solches qualifiziert. Auch hier muss sich die Gemeinschaft das, auf das sich das Wissen bezieht, erst zu Eigen machen. Durch die Natur des Kollektiven der Gemeinschaft ist dieses Wissen aber weniger die „Teilnahme“ eines Subjekts am „Sosein des Seienden“, die zur „Teilhabe“ führt, sondern es sind vielmehr die etablierten Kulturtechniken, Handlungen, Überzeugungen und Spielregeln der Gemeinschaft, die über die Qualifizierung von gespeichertem und kommuniziertem Gedankeninhalt als Wissen entscheiden. Die in dieser Praxis des Urteils liegende soziale Dimension der Veräußerung kann erklären, wie Wissen zum Baumaterial des Fortschritts von Gesellschaften geworden ist, gleichzeitig aber auch zur Ware und zum Herrschaftsinstrument. Erst durch die Loslösung vom Subjekt gewinnt Wissen gesellschaftliche Bedeutung. Und erst in der Bindung an ein Subjekt kann Wissen zur Voraussetzung von Handlung werden¹⁹.

Die Dominanz der Schrift als Medium der Wissensrepräsentation ist wohl der wichtigste Grund dafür, dass heute mit der Entwicklung moderner Informations- und Kommunikationstechnik neue Fragen zum Wissen aufgeworfen werden. Wissen wird in diesem Zusammenhang zunehmend in großer Nähe zur Information gesehen, wobei die Qualität des Innehabens, die dem psychischen Zustand des Wissens zukommt, als Haben von Information verstanden wird²⁰. Zu den wichtigsten Merkmalen des Wissens wird deshalb dessen Verfügbarkeit gezählt. Da die Schrift durch die Digitalisierung zur universellen Grundlage jeglicher Art von Daten geworden ist und digitalisierte Daten die Grundlage jeglicher Art von Information und automatisierter Verarbeitung bilden, und da mit der Kommunikationstechnik Daten sehr weitgehend ihre Gebundenheit an Ort und Zeit verloren haben und schließlich durch die Verbreitung der Informationstechnologie dem freien und massenhaften Zugang zu Daten keine prinzipiellen Hindernisse mehr im Wege stehen, geraten die alten Formen des Umgangs mit dem Wissen in eine Krise. Sie müssen einer neuen, globalen Wissensordnung weichen, in der sich neue Kriterien der Bewertung und Verteilung des Wissens herausbilden und in der auch der Besitz des Wissens neu geregelt ist. Die kommerzielle Bedeutung, die im Zugang zum Wissen und in der Beherrschung der dafür erforderlichen informations- und kommunikationstechnischen Mittel liegt, ist längst in vielen Wirtschaftsunternehmen erkannt. Sie erhoffen sich von einem auf höchster Ebene angesiedelten und unternehmensweit organisierten Informations- und Wissensmanagement durch die gezielte und effektive Nutzung der verfügbaren

¹⁹ Die viel beschworene Konzeption einer Wissensgesellschaft begründet sich wesentlich aus der wachsenden Abhängigkeit hoch entwickelter Gesellschaften von dem Wissen, das ihrer wirtschaftlichen Leistung zugrunde liegt. Wissen ist in diesen Gesellschaften eine der wichtigsten Ressourcen und Grundlagen der Produktivität und Innovation. Wissen wird daher nicht selten mit einem Rohstoff verglichen, dessen Förderung und Kultivierung mit hohen Investitionen und Anstrengungen verbunden ist.

²⁰ Siehe hierzu Fred Adams, Knowledge. In: Floridi (2004), S. 228 - 236

öffentlichen und proprietären Wissensressourcen eine Verbesserung ihrer Wettbewerbsfähigkeit in einem globalen Markt²¹.

Auch nicht zufällig wird von Unternehmern und Ingenieuren die Frage gestellt, wie das Neue in die Welt kommt²². Denn Wissen, auf das sich dieses Neue gründet, und Wissen, das sich auf dieses Neue bezieht, lässt sich nicht mehr ausschließlich und fraglos als Teilhabe am Sosein des Seienden verstehen, weil doch die Welt, in der seine objektive Gültigkeit Bestätigung finden kann, noch gar nicht existiert. Es ist wohl eher eine Teilhabe am Sosein des Seinkönnens, die dieses Wissen charakterisiert. Aber was bedeutet dann das Teilhaben und wie können wir, über das Glauben hinaus, dann noch von Wahrheit sprechen? Der Weg vom Wissen einer technischen Lösung zu einem erfolgreichen Produkt ist lang und mit Unwägbarkeiten verbunden, die den Weg für denjenigen, der das Neue in die Welt bringen will, zu einem steinigem und nicht selten sogar gefährlichen Pfad werden lassen.

Die Unbestimmtheit einer Existenz des Zukünftigen zeigt sich aber nicht nur im Streben nach Innovation, sondern auch bei den Versuchen die wachsenden Einwirkungen der Virtualität auf unsere Lebenswelt zu kontrollieren und sicher zu machen: von welcher Art ist zum Beispiel das Wissen in den Datenverarbeitungsprozessen, die sich, wie bei den automatisierten Prozessen, die den mobilen Diensten der Telekommunikation oder dem Informationsmanagement einer Bank zugrunde liegen, auf unentwirrbare Weise mit den natürlichen Prozessen unserer Handlungen und den Gegebenheiten unserer Welt verflechten? Dieses Wissen muss weitgehend schon zum Zeitpunkt der Programmierung verfügbar gewesen sein und kann deshalb bestenfalls als sachlich objektive Möglichkeit eines die Erwartungen erfüllenden Prozessverhaltens geglaubt worden sein. Darüber hinaus kommt diesem Wissen im Hinblick auf die Korrektheit der Programme, die notwendigerweise endlich sind, andererseits aber potentiell unendliche Mengen von Prozessverläufen beschreiben, im Allgemeinen kaum mehr als der Modus einer Möglichkeit zu, einer Möglichkeit, wie sie auch in jeder empirisch begründeten Induktion zu Tage tritt, deren Status als objektiv gültiges Wissen bekanntlich mit grundlegenden Problemen behaftet ist²³. Wie schwierig es ist, hier qualifizierende Merkmale des Fürwahrhaltens zu finden, die sich auch noch praktisch als tauglich und nachweisbar erweisen, ist in der Informatik wohl bekannt.

Um mit solchen Fragen umgehen zu können, reicht es nicht aus, die Gebundenheit des Wissens an Form und Repräsentation und an ein Medium zur Kenntnis zu nehmen. Es müssen vielmehr Zusammenhänge betrachtet werden, die es erlauben, auch dann noch eine Qualifizierung von Gegebenem als Wissen zu begründen, wenn sich dieses Gegebene nicht auf bestehende Sachverhalte bezieht,

²¹ Siehe z.B. Wyssusek (2004)

²² v. Pierer, v. Oetinger (1997)

²³ Siehe hierzu Feyerabend (1976), S. 86 -90, Abel (1995), S. 135ff.

sondern auf Sachverhalte, die nur als Denkmöglichkeiten existieren²⁴. Bezugsgrößen, die nur noch Möglichkeiten sind, sind aber Modelle. Wissen, das sich auf solche Bezugsgrößen bezieht, ist deshalb nicht mehr die „Teilhabe am Sosein des Seienden“, sondern die Teilhabe am Modell. Tatsächlich haben in unserer Bezugnahme auf die Welt, die als tatsächlich existierend angenommene Welt ebenso wie jede mögliche Welt, Modelle eine fundamentale Bedeutung. Sie sind nicht nur Träger des Wissens, die dieses an repräsentierbare Sachverhalte binden, sondern sie sind darüber hinaus, wie sich besonders in den Wissenschaften zeigt, der Ausdruck des Möglichen und weitgehend auch der Ersatz für die objektiv nicht fassliche Welt. Man kann in ihnen die eigentlichen Bezugsgrößen unseres Wissens sehen. Die Frage nach dem Wissen im Modell stellt sich damit also auf natürliche und grundlegende Weise auch mit der Frage nach den Mitteln unseres Weltbezugs.

4. Der Modellbegriff und das epistemische Muster des Modellseins

Modelle spielen als Bezugsgrößen nicht nur in der disziplinären Matrix einer wissenschaftlichen Gemeinschaft eine maßgebende Rolle, sondern prinzipiell in allen Werk- und Erkenntnisprozessen. Mit dieser universellen Rolle verbindet sich jedoch eine unüberschaubar große Vielfalt von Erscheinungen, die es mit sich bringen, dass auch der Ausdruck ‚Modell‘ übermäßig formbar erscheint. Zwar ist er kein „Verwirrung stiftender Begriff“, aber er hat als Bezeichnung für ein fundamentales Mittel des Weltbezugs und der Welterzeugung doch etwas Mystisches und, durch seine scheinbare Selbstverständlichkeit, zugleich auch etwas Flaches. Damit sich diese Merkmale nicht auf die Antwort auf die Frage nach dem Wissen im Modell vererben, müssen Elemente und Zusammenhänge gefunden werden, die für den Modellbegriff konstitutiv sind und die zeigen, wie sich das Wissen mit den Sachverhalten des Modellseins verbindet. Dabei kommt auch beim Wissen im Modell die Qualifizierung als Wissen nicht ohne ein Ordnungssystem aus. Weil ein solches System aber nicht alleine aus der gelebten Konsensbildung einer wissenschaftlichen Gemeinschaft erwächst, sondern, gleichsam als Werkprozess auf höherer Ebene, von übergeordneten Gegebenheiten, Formen und Bedingungen abhängig ist, muss mit der Aufklärung des Modellbegriffs auch herausgefunden werden, wie es im Zusammenhang mit Modellen zu einer Qualifizierung als Wissen kommen kann.

Die sprachgeschichtlichen Wurzeln des Modellbegriffs liegen in Vitruvs ‚decem libri de architectura‘, wo das Wort *modulus* für eine relativierte Maßeinheit steht, in der die Proportionen eines Gebäudes und seiner Teile vermessen werden. Durch diese Technik der Vermessung sollen Symmetrie und Eurythmie erzielt werden. In späterer Zeit hat das Wort die Formen *modul*, *model* oder *modello* mit jeweils eigenen Bedeutungen angenommen. Bei genauerer Lektüre Vitruvs zeigt sich, dass die mit dem Wort *modulus* verbundene Methode der Bildung von

²⁴ Siehe hierzu die Diskussion der Schichten der Kategorie des Möglichen in Bloch (1985), S. 258 - 288

Symmetrien, die bei den anthropometrischen Säulenordnungen vom halben Säulendurchmesser als Maßeinheit ausgeht, nur der Spezialfall einer bereits im antiken Griechenland verbreiteten Technik der Aufteilung, Gestaltung und Symmetriebildung ist, die in der Kunst ebenso, wie beim Bau von Schiffen, Kriegsmaschinen und Städten angewandt wurde. Bei weiter gehender Betrachtung dieser Technik zeigt sich, dass mit ihr bereits die wesentlichen allgemeinen Merkmale verbunden sind, die wir nicht nur bei den Bedeutungen der späteren Wortformen *modul*, *model* oder *modello* wieder finden, sondern die vor allem auch unser heutiges Verständnis des Modellbegriffs prägen. Zu solchen Merkmalen gehört insbesondere die Übertragung bestimmter gegenstandsbezogener Eigenschaften oder Verhältnisse durch die Anwendung des Modells auf das, für das es ein Modell ist²⁵.

Heute bezeichnet das Begriffswort *Modell* ein Abstraktum, das allgemein als Synonym für eine Art Abbild, Vorbild, Vorschrift oder Analogie steht. In vielen Lehrbüchern, Monographien, Aufsätzen und Enzyklopädien finden sich zwar Definitionen des Ausdrucks *Modell*, im Vergleich zu der Frage ‚Was ist ein Bild‘ erscheint die Frage nach dem Modellbegriff jedoch beinahe vernachlässigt. Es gibt zwei voneinander getrennte allgemeine Modellauffassungen, die zu Theorien entwickelt wurden und die sich in nahezu allen Begriffsdefinitionen nachweisen lassen: die Modellauffassung der Logik, die auf Tarski zurückgeht²⁶, und die Auffassung vom Modell als Abbild, die bis zu einem gewissen Grade von Stachowiak ausgearbeitet wurde²⁷. Aber die meisten Abhandlungen über Modelle erfassen den Modellbegriff nicht in seiner Allgemeinheit, sondern beschränken sich in ihrer Erklärung auf bestimmte Fachdisziplinen, Anwendungen oder Erscheinungsformen. Nicht selten erfassen sie den Modellbegriff nur durch eine vage Umschreibung der Funktion von Modellen und durch differenzierende Klassifikation. Die berechtigte Vermutung, dass Modelle eine fundamentale Kulturtechnik der Abstraktion und Übertragung begründen, macht deshalb die Aufklärung des Modellbegriffs noch zu einer zu leistenden Aufgabe.

In den Modelltheorien Tarskis und Stachowiaks steht ein Modell im Zusammenhang eines Urteils, in dem von einem Objekt ausgesagt wird, es sei ein Modell von etwas. Bei Tarski betrifft dieses Urteil die Beziehung zwischen einer mengentheoretischen Struktur und einer Menge von Sätzen. Sind die Sätze in der Struktur gültig, so ist diese Struktur ein Modell der Sätze. Bei Stachowiak betrifft dieses Urteil eine Abbildbeziehung zwischen einem Objekt als Original und einem Objekt als Modell, bei der das Modell nach der Überzeugung eines Subjekts im Hinblick auf einen bestimmten Zweck und innerhalb einer bestimmten Zeit bestimmte Merkmale des Originals reflektiert. Beide Modellauffassungen besitzen ein hohes Maß an Berechtigung und erfassen jeweils breite Bereiche des Modellgebrauchs. Ihr Zusammenhang wurde bisher jedoch

²⁵ Siehe hierzu Bernd Mahr, Modellieren. Beobachtungen und Gedanken zum Modellbegriff. In: Krämer, Bredekamp (2003), S. 59 - 86

²⁶ Tarski (1935)

²⁷ Stachowiak (1973)

noch nicht genauer untersucht, wenngleich Suppes²⁸, der die Universalität des Tarski'schen Modellbegriffs behauptet, implizit damit auch einen explizierbaren Zusammenhang zwischen den beiden Auffassungen postuliert. Eine Erklärung des Modellbegriffs muss deshalb die konstituierenden Elemente beider Auffassungen integrieren und dadurch auch ihren Zusammenhang darstellen können.

Die Frage, was ein Modell ist, lässt sich leider nicht direkt beantworten. Ihr Sinn ist durch verlustreiche Abstraktion zu sehr geschwächt, als dass ohne weiteres zu sagen wäre, was eigentlich gefragt wird. Die Konturen der Frage müssen deshalb erst durch geeignete Interpretation sichtbar gemacht werden. Dann zeigt sich jedoch, dass nach dem Modellsein gefragt wird.

Das Modellsein eines Gegenstandes ist als Tatsache nicht durch den Gegenstand selbst bestimmt, sondern nur als Inhalt eines Urteils, in dem der Gegenstand im Zusammenhang von Sachverhalten gesehen wird, die einerseits selbst und andererseits durch ihre Beziehungen untereinander das Urteil des Modellseins rechtfertigen. Dieser begründende Sachverhaltszusammenhang ist aber nicht in jeder Situation und in jedem Fall des Modellseins grundsätzlich voneinander verschieden, sondern weist vielmehr eine gemeinsame Struktur auf, die man das 'epistemische Muster' des Modellseins nennen könnte. Die Struktur des 'epistemischen Musters' betrifft dabei den Zusammenhang der Sachverhalte, die das Urteil des Modellseins aus der Sicht der Gegenstands-, der Wissens- und der Handlungsbezüge begründen. Bei diesen als 'epistemisch' attribuierten Zusammenhängen handelt es sich um ein 'Muster', weil es als Struktur Elemente und Beziehungen zwischen diesen Elementen besitzt, die grundsätzlich in jedem konkreten Fall des Modellseins in gleicher Art vorzufinden sind, auch dann, wenn sie nicht immer in gleicher Form oder Deutlichkeit zutage treten. Es sind diese aufeinander bezogenen Elemente, die als Momente des Modellseins den Modellbegriff konstituieren. Wenn man also in einem Spielzeugauto, einer schönen Frau, einem System von Differenzialgleichungen und einer Architekturzeichnung jeweils ein Modell sieht, dann nur deshalb, weil alle diese Dinge als Modell das gleiche epistemische Muster besitzen, wenn auch nicht in vergleichbaren Inhalten und Erscheinungen.

In groben Zügen lässt sich nun das Modellsein wie folgt skizzieren²⁹: Das Modellsein ist Inhalt eines Urteils, wie dies auch in den beiden Modelltheorien so verstanden wird. Mit dem Urteil des Modellseins wird das Bestehen verschiedener Sachverhalte ausgesagt, die eine Kombination von Rollen des als Modell betrachteten Gegenstands betreffen, und die dadurch die Identität des Gegenstands als Modell bestimmen.

Die Identität eines Gegenstandes als Modell ist dreigestaltig: sie betrifft erstens den als Modell qualifizierten *Gegenstand für sich*, der irgendeine Erscheinungsform besitzt, z.B. als Text, Graphik, Körper oder als Menge von

²⁸ Suppes (1961)

²⁹ Siehe hierzu auch Mahr (2003) und Mahr (2004)

Regeln. Sie betrifft zweitens das Ergebnis einer in einem weiten Sinne verstandenen Induktion, bei der Anschauungen, Erfahrungen, Messungen, Merkmale, Erkenntnisse oder Regelinhalte durch Auswahl, Verallgemeinerung und Bindung an eine neue Form und Repräsentation in der Weise zum Inhalt des Modells gemacht werden, dass es gerechtfertigt ist, im Gegenstand ein *Modell von etwas* zu sehen. Und sie betrifft drittens den Gegenstand als Bezugsgröße einer in einem weiten Sinne verstandenen Deduktion, mit der sich der in Form und Repräsentation gefasste Inhalt bei der Anwendung des Modells wieder herauslösen und auf einen anderen Gegenstand übertragen lässt, so dass es gerechtfertigt ist, im Gegenstand ein *Modell für etwas* zu sehen. Zwischen Induktion und Deduktion besteht eine natürliche zeitliche Reihenfolge, auch wenn bei der Modellentwicklung die Induktion durch Annahmen über die spätere Deduktion von Modellinhalten mitbestimmt werden kann³⁰. Für ein begründbares Urteil des Modellseins ist es notwendig, dass Sachverhalte bestehen, die diese dreigestaltige Identität bestätigen.

Erkennung, Auswahl, Erzeugung, Anwendung, Bewertung und Nutzung von Modellen implizieren jeweils ein Urteil des Modellseins und sind an Ordnungssysteme gebunden, die in Form von Konventionen, Regeln oder Metamodellen in Erscheinung treten, und die dem Urteil des Modellseins als Maßgabe der Qualifizierung zugrunde liegen.

Sowohl in der Rolle als *Modell von etwas* als auch in der Rolle als *Modell für etwas* ist ein Modell Träger von Wissen. In einem Modell ist dieses Wissen als Modellinhalt an Form und Repräsentation gebunden. Die Qualifizierung des Modellinhalts als Wissen, die vom Konsens einer Gemeinschaft abhängt, ergibt sich einerseits aus dem Urteil des Modellseins, insofern es die dreigestaltige Identität des Gegenstandes als Modell aussagt, und andererseits aus dem Erfüllen der Bedingungen des Ordnungssystems, das der Erkennung des Gegenstands als Modell zugrunde liegt. Wissen im Modell findet sich daher nicht nur in dem als Modell qualifizierten Gegenstand selbst und in dem von diesem Gegenstand getragenen Inhalt, sondern auch in dem, wovon der Gegenstand Modell ist und in der verbindenden Induktion, sowie auch in dem, wofür der Gegenstand Modell ist und in der verbindenden Deduktion. Darüber hinaus steckt auch im Ordnungssystem Wissen, und letztlich wird auch im Urteil des Modellseins selbst Wissen etabliert.

Ein Modell ist dabei immer Ausdruck einer Möglichkeit, die sich einerseits im Modus der Aussage des Modellseins *von etwas* und andererseits im Modus der Aussage des Modellseins *für etwas* zeigt. Modelle werden dadurch zu komplexen Möglichkeitsformen.

Diese Skizze des Modellseins wirft nun viele Fragen auf, einerseits theoretische Fragen, die sich erst bei einer weitergehenden Explizierung des Musters beantworten lassen, und andererseits Fragen nach einer Begründung des

³⁰ Induktion und Deduktion werden in erkenntnistheoretischen Fragestellungen häufig als konkurrierende Techniken des Schließens betrachtet. Im epistemischen Muster von Modellen zeigt sich jedoch ein Zusammenhang beider Techniken, der über den Modellgegenstand gegeben ist. Eine allgemeine Diskussion beider Techniken gibt Peirce (1967), S. 373 -394

Anspruchs, mit dieser Konzeption den Modellbegriff erklären zu können. Ein nützlicher Blick ist es, bei der Begründungsfrage im Muster selbst ein Modell zu sehen, es also in einem Urteil des Modellseins selbst als Modell zu erkennen. Dazu muss mit geeigneten Sachverhalten auch dessen dreigestaltige Identität als Modell erklärt werden und es ist zu prüfen, ob die Bedingungen eines zu spezifizierenden Ordnungssystems erfüllt sind, das dem Urteil zugrunde liegt. Diese Aufgabe soll hier nicht gelöst werden. Stattdessen soll das epistemische Muster des Modellseins als Antwort auf die Frage nach dem Wissen im Modell an zwei herausgegriffenen sehr unterschiedlichen aber instruktiven Beispielen veranschaulicht werden.

5. Das epistemische Muster des Vorbilds in der bildenden Kunst

Plinius d. Ä. erzählt die Geschichte der Tochter des korinthischen Töpfers Dibutades, die sich von ihrem Geliebten vor einer langen Reise verabschieden muss. Sie zeichnet den Schatten des jungen Mannes nach, den das Licht einer Lampe auf eine Mauer wirft. Dann fertigt ihr Vater von dieser Vorlage ein Relief aus gebrannter Erde. Dies war, erklärt Plinius, der Ursprung aller Malerei und Plastik.

Plinius' Anekdote hat eine reiche Bedeutung. Sie kann als Hinweis auf die Linie als konstitutives Element der Malerei verstanden werden, oder als Erklärung für das Aufkommen der archaischen Griechischen Vasenmalerei mit ihren schwarzen Figuren auf rotem Grund. Man kann in ihr aber auch lesen, „dass die Kunst seit ihrer Entstehung das Ziel hatte, die Natur möglichst genau zu imitieren und sogar zu suggerieren, dass die Darstellung, insbesondere die von Menschen, ein Hilfsmittel für das Gedächtnis sei, das heißt ein magischer Ersatz für das, was nicht anwesend oder gegenwärtig war“³¹

Wilhelm Eduard Daege stellt 1832 in seinem Gemälde „Die Erfindung der Malerei“ den ersten Teil von Plinius' Geschichte dar. Das Gemälde zeigt eine schöne junge Frau, die hinter einem sitzenden nackten und zum Kampf ausgerüsteten Jüngling steht. Mit ihrer Linken richtet sie seinen Kopf aus, während sie mit ihrer Rechten in einer Linie den Umriss des Schattens vom Kopf des Jünglings nachzeichnet, den das Licht einer Lampe auf die Wand einer Mauer wirft³².

Analysiert man nun Daeges Darstellung und die dahinter stehende Geschichte im Hinblick auf die Verbindungen, die zwischen dem Jüngling, dem Schattenriss, dem Relief und dem inneren Bild, das die Tochter von ihrem Geliebten hat, bestehen, so erkennt man eine Sequenz verschiedenartiger Modellbeziehungen: der Jüngling sitzt der Tochter für die Zeichnung Modell. Der junge Mann ist kein Artefakt. Er wurde von der Tochter als Modell gewählt und verkörpert mit Fleisch und Blut die geliebte Gestalt, die durch die Zeichnung eine bildhafte Repräsentation erfahren soll. Dass der junge Mann nicht in beliebiger Weise

³¹ Lecoq (2002), S. 56

³² Nationalgalerie Berlin (2001), S. 105

schon diese Gestalt ist, wird an der Ausrichtung seines Kopfes deutlich, durch die ihn die Tochter in eine bestimmte, von ihren Vorstellungen *induzierte* Pose bringt. Er wird von der Tochter also gleichsam als Modell gestaltet. In diesem Sinne ist der zum Modell sitzende junge Mann tatsächlich ein Modell *von* den Vorstellungen der Tochter, zugleich aber natürlich ein Modell *für* die Zeichnung an der Wand. Dabei sollen sich die Vorstellungen der Tochter und die Züge des Geliebten mit Hilfe des Modells möglichst unverfälscht auf die Zeichnung übertragen. Die Zeichnerin nutzt dafür die Unhintergebarkeit des Schattenwurfs als eine Technik der *Deduktion*.

Die Zeichnung wird als Abbild des Jünglings nun selbst zum Modell, wenn sie der Vater bei der Fertigung des Reliefs als Vorbild verwendet. Als Modell *von* der Gestalt des Jünglings ist die Zeichnung zugleich das Modell *für* das Relief. Im Modell *vom* Jüngling ist dessen Gestalt durch die Zeichnung an eine bildhafte Repräsentation gebunden und zugleich das Ergebnis einer Abstraktion, die als *Induktion* verstanden werden kann. Das Relief, das der Vater nach der Zeichnung als Modell herstellt, *für* das die Zeichnung also Modell ist, ist das Ergebnis einer *Deduktion*, bei der durch einen nicht weiter beschriebenen Formungsprozess die in der Zeichnung festgehaltenen Züge des Geliebten zur tönernen Form werden.

Auch das Relief wird nun für die Tochter zum Modell, weil es, wenn sie es betrachtet, das Bild des Geliebten in ihrer Erinnerung lebendig hält. Das Gesehene Bild geht dabei in dem wieder lebendig gewordenen inneren Bild des Jünglings auf. Es kann also die Belebung des Erinnerungsbildes, das sich durch die Betrachtung ergibt, wiederum als Ergebnis einer *Induktion* verstanden werden. Die Tochter möchte dieses innere Bild des Jünglings während dessen Abwesenheit als Erinnerungsbild bewahren. Erinnerungen, Gedanken, Wünsche oder Träume, die sich notwendig auf dieses Erinnerungsbild beziehen müssen, machen dann schließlich auch noch das innere Bild zum Modell, da sie sich als Ergebnisse einer Art *Deduktion* auffassen lassen. Die Ordnungssysteme dieser inneren Prozesse sind uns jedoch weitgehend verschlossen.

Das derart in eine Sequenz von Modellbeziehungen eingebundene Relief repräsentiert nun tatsächlich den Inhalt des inneren Bildes, das die Tochter von ihrem Geliebten hat. Im Modell des Reliefs befindet sich deshalb ein Teil des Wissens, das die Tochter über ihren Geliebten besitzt. Es hat die plastische Form einer körperlichen Gestalt und die Repräsentation als gebrannte Erde. Die Qualifizierung des Modellinhalts als Wissen wird nun einerseits durch die Tochter selbst gerechtfertigt, die in diesem Sinne ihre eigene Gemeinschaft ist, und andererseits durch eine von der Tochter unabhängige Wissensordnung, die sich auf die Ausrichtung zur Pose, der Anfertigung des Schattenrisses, der Formbildung zum Relief und der Wahrnehmung und Erkennung von Gesichtern als objektivierbare Verfahren des Einschreibens und Herauslesens stützt.

An eine in der Griechischen Antike geführte und in der Renaissance wieder aufgegriffene Diskussion zur Malerei anknüpfend veröffentlichte Gavarni 1850 unter dem Titel „Verleumdung“ eine Karikatur³³, die einen Maler zeigt, der zwischen der Leinwand und einer Frau steht, deren Pose er mit seinem linken

³³Abgedruckt in Schmauß (1991), Abb. 40

Arm kontrolliert, wobei er mit seiner rechten Hand in einer Linie den Schatten nachzeichnet, der aus der Überlagerung seines eigenen Schattens mit dem Schatten seines Modells entsteht. Dabei folgt er mit seinem Stift nicht genau dem Umriss der überlagerten Schatten, sondern zeichnet, davon abweichend, die Physiognomie eines grotesken Gesichtes mit übergroßer und krummer Nase. Gavarni bezieht sich mit seiner Karikatur offensichtlich auf Plinius' Geschichte und nimmt damit ein in der Mitte des 19. Jahrhunderts häufiger gewähltes Sujet auf. Anders als Daene zwingt er jedoch den Betrachter zu der Frage, was von seinem Modell denn eigentlich im Bild des Malers dargestellt wird. Grundsätzlich ist auch hier die Modell stehende Frau ein Modell *von* etwas und zugleich ein Modell *für* etwas. Aber es gibt offensichtlich ein Problem.

Zur Karikatur wird Gavarnis Lithographie, weil der dargestellte Maler Regeln eines gängigen Ordnungssystems verletzt: man erwartet bei der Zeichnung nach dem Modell, dass das Modell als Vorgabe der Gestaltung auch genutzt wird, und würde es als Fehler empfinden, wenn der Maler diese Vorgabe des Modells missachtet, wie es der dargestellte Maler durch die Überlagerung mit seinem eigenen Schatten tut. Es ist ebenfalls nahe liegend zu erwarten, dass dann, wenn für die Anfertigung der Zeichnung auf der Leinwand mit einer Lampe ein Schattenwurf erzeugt wird, die entstehenden Konturen auch der abzubildenden Form entsprechen und außerdem die gezeichneten Linien auch mit diesen Konturen übereinstimmen. Aber Gavarni zeigt in seiner Lithographie, wie diese Regeln nicht eingehalten werden.

Man kann sich also fragen, was das bedeuten soll. Dabei wird man zu verschiedenen mehr oder weniger plausibel erscheinenden Deutungen der Intention des Karikaturisten kommen. Von jeder Deutung unabhängig lässt sich jedoch erkennen, dass es sehr wesentlich die Ordnungssysteme sind, die das Urteil des Modellseins mitbestimmen und dass Modellbeziehungen nicht alleine über die Ähnlichkeit von Merkmalen zwischen Original und Modell charakterisiert werden können, sondern dass das Modellsein von vielfältigen Einflussgrößen abhängt. In Gavarnis Lithographie ist die Frau zugleich Modell und auch kein Modell. So kann es also dazu kommen, dass das Wissen im Modell zur Fiktion wird.

6. Das epistemische Muster des Modells der Turingmaschine

Alan Turing veröffentlichte 1936 seinen berühmten Aufsatz „On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem“³⁴, in dem er beweist, dass es keine Turingmaschine gibt, die die Frage beantworten kann, ob eine andere Turingmaschine im Verlauf ihrer Berechnung eine 0 schreibt. Dieses auf den ersten Blick unscheinbare Ergebnis hat tatsächlich aber Konsequenzen, die eine tief greifende und umfassende wissenschaftliche Revolution begründeten. Eine dieser Konsequenzen von Turings Resultat ist der Nachweis, dass das seit dem Jahr 1900 von David Hilbert verfolgte Programm einer axiomatischen Fundierung der Mathematik durch korrekte, vollständige und effektiv entscheidbare Beweissysteme nicht nur an der Peano-Arithmetik scheitert, für die,

³⁴ Turing (1936)

wie Kurt Gödel 1931 bewies, jedes korrekte Beweissystem unvollständig ist, sondern auch an der Prädikatenlogik erster Stufe, die zwar korrekt und vollständig axiomatisierbar ist, aber nicht effektiv entscheidbar. Es wird kein ‚ignorabimus‘ in der Mathematik geben, hatte Hilbert verkündet und damit gehofft, der Mathematik durch die Bindung des Wissens an Kalküle die notwendige Sicherheit geben zu können, die dem Wissen der Sterblichen über die Welt, wie Parmenides seit seinem Besuch bei der Göttin weiß, nicht zuteil werden kann.

Hilberts Programm stützte sich noch auf ein intuitives Verständnis des Ausdrucks „effektiv“, das wesentlich durch die Arbeit menschlicher „Rechner“ geprägt war, die nach vorgegebenen Verfahren ohne eigenen Einblick in deren mathematische Begründung mit Bleistift und Papier und unterstützt durch mechanische Rechenmaschinen und Tabellenwerke in großen Sälen sitzend Kalkulationen vornahmen. Turings Beweis konnte deshalb nur dann als Lösung des Hilbert’schen Entscheidbarkeitsproblems angesehen werden, wenn seine Mathematisierung des „Effektiven“ auch mit dem intuitiven Verständnis dessen übereinstimmt, was Hilbert als „effektiv“ bezeichnet. Die Aussage, dass dies der Fall ist, ist als Church-Turing’sche These bekannt, einer heute in jeder Hinsicht akzeptierten, jedoch grundsätzlich nicht beweisbaren Behauptung. Die Ungeteiltheit dieser Überzeugung ist die zweite Konsequenz von Turings Resultat³⁵.

Die weitaus folgenreichste Konsequenz, die Turings Resultat hatte, aber ist das Modell der Turingmaschine, das den Begriff des Effektiven auf einer ausschließlich symbolischen Ebene erfasst. Turing selbst sah in seinem Maschinenmodell die Papiersimulation der Arbeitsweise einer Sekretärin, die auf einer funktional erweiterten Schreibmaschine schreibt³⁶: ein beidseitig unbeschränktes Band ist in Felder eingeteilt, in die Symbole geschrieben werden können. Ein so genannter Lese-Schreibkopf kann sich auf dem Band nach links und rechts von Feld zu Feld bewegen und dabei Feldsymbole lesen oder löschen und neu schreiben. Außerdem verfügt die Maschine in jedem Arbeitsschritt über ein Symbol, das den Zustand der Maschine darstellt. Welche Bewegungen und Aktionen der Lese-Schreibkopf ausführt und welche Änderungen des Zustands der Maschine sich im Verlauf einer Berechnung ergeben, hängt von einer endlichen Menge von Instruktionen ab, die als Maschinenprogramm die Arbeitsschritte der Maschine, abhängig vom aktuell gelesenen Feldsymbol und vom aktuellen Zustand, steuern.

Da ein Maschinenprogramm selbst als Symbolfolge auf das Band einer Turingmaschine geschrieben werden kann, lässt sich auch eine universelle Maschine konstruieren, die Maschinenprogramme beliebiger anderer Turingmaschinen interpretieren und ausführen kann. Eine Turingmaschine kann als Algorithmus verstanden werden. Dies gilt auch für eine universelle Turingmaschine, die als Algorithmus die Arbeitsweise eines programmgesteuerten Universalrechners erfasst. Turingmaschinen stellen

³⁵ Siehe hierzu Hodges (1985), S. 46 – 110, eine Darstellung dieses Zusammenhangs gibt auch B. Jack Copeland, *Computation*. In: Floridi (2004), S. 3 - 17

³⁶ Siehe Hodges (1985), S. 96 ff.

insbesondere durch ihre ausschließlich auf elementarer Symboltransformation beruhenden Rechenschritte und durch die in universellen Turingmaschinen gegebene Möglichkeit der Darstellung programmgesteuerter Berechnungen, einen entscheidenden Meilenstein in der Geschichte des Computers dar. Dabei ist die Analogie, die zwischen dem Rechnen von Turingmaschinen und dem Rechnen menschlicher „Rechner“ besteht, die der Church-Turing’schen These einen Teil ihrer Begründung liefert, das entscheidende Argument des Anspruchs, dem intuitiven Verständnis des Rechnens eine gültige Form gegeben zu haben.

Das Modell der Turingmaschinen wird gewöhnlich in propositionaler Form und in einer textlichen Darstellung gegeben, die sich auf elementare mathematische Notationen und Begriffe stützt. Dabei wird zum einen beschrieben, durch welche Gegebenheiten eine Turingmaschine definiert ist³⁷: eine endliche Menge von Symbolen, aus denen Wörter für die Eingabe und die Ausgabe der Maschine gebildet werden, einer endlichen Menge zusätzlicher Symbole, die in den Feldern des Bandes benutzt werden können, einer endlichen Menge von Zustandssymbolen, verbunden mit der Auszeichnung eines Anfangszustandes und eines Endzustandes, sowie einer endlichen Menge von Transformationsregeln, die einer festgelegten Form genügen. Zum anderen wird die Arbeitsweise einer definierten Maschine erklärt, indem beschrieben wird, wie die Maschine ihrem Programm entsprechend, ausgehend von einer Anfangskonfiguration, Zustände ändert und mit Hilfe ihres Lese-Schreibkopfes Symbole ihrer Bandinschrift liest und schreibt. Schließlich wird in mathematischen Definitionen eine Berechnung der Maschine als Folge von Worttransformationen erklärt, die durch eine Eingabe veranlasst wird, und die zu einer Ausgabe der Maschine führt, wenn die Worttransformationen in einer Konfiguration enden, in der die Maschine einen Endzustand erreicht hat. Berechnungen von Turingmaschinen können also prinzipiell mit einem Bleistift auf Papier ausgeführt werden.

Nehmen wir an, es läge uns das Modell der Turingmaschinen in einer konkreten Beschreibung vor. In welchem Sinne handelte es sich dann dabei um ein Modell? Der Gegenstand, der hier als Modell gesehen wird, erscheint in einer Repräsentation als (endlicher) Text, in dem in propositionaler Form eine (unendliche) Klasse mathematischer Objekte beschrieben wird. Die Objekte sind Turingmaschinen, zusammen mit der Menge ihrer Berechnungen und mit der Ein-Ausgaberektion, die durch die Berechnungen definiert wird. Man kann diese Klasse von Objekten als den extensional gegebenen Inhalt des Modells auffassen, der, auf die Beobachtung menschlicher Rechner und Schreibmaschine schreibender Sekretärinnen gestützt, nach geeigneten Abstraktionen und Verallgemeinerungen durch Induktion gebildet wurde.

Das Ordnungssystem, dem diese Induktion folgt, ist durch die Prinzipien einer Mathematisierung mit elementaren mengentheoretischen Konzepten und Notationen gegeben. Es ist der wissenschaftlichen Gemeinschaft der Grundlagenmathematik entlehnt, in der, im Hinblick auf Hilberts Programm, Turingmaschinen als Modell *vom* Rechnen anerkannt werden sollen. Unter

³⁷ Siehe zum Beispiel Schöning (1999), S. 74 ff.

anderen Umständen wäre für eine solche Induktion auch das Ordnungssystem einer Gemeinschaft von Ingenieuren denkbar, die an der Entwicklung von Rechenmaschinen arbeiten.

Der Inhalt des Modells, die Klasse der Turingmaschinen, ist als Ergebnis der Induktion aber nicht von dem zu lösen, *wofür* Turingmaschinen ein Modell sein sollen, und damit auch nicht losgelöst von der Deduktion zu verstehen, die zu der intendierten Anwendung und Nutzung des Modells gehört. Es stellt sich nun heraus, dass wir uns für das Urteil des Modellseins hier entscheiden müssen. Aus heutiger Sicht gibt es wenigstens drei wichtige Nutzungszusammenhänge für das Modell der Turingmaschinen: die Theorie der Berechenbarkeit, sofern sie auf der Grundlage von Turingmaschinen formuliert wird, die Komplexitätstheorie, sofern sie Turingmaschinen als Programmiermodell und als Grundlage der Aufwandsabschätzung benutzt, und schließlich die Kognitionswissenschaft, die in Turingmaschinen ein abstraktes Modell für die Informationsverarbeitung im Gehirn sieht. Bedingt durch die Fragestellung seiner berühmten Arbeit, ist der intendierte Nutzungszusammenhang bei Turing die Theorie der Berechenbarkeit. Die Deduktion betrifft deshalb einerseits die Formulierung von Algorithmen und andererseits das Beweisen von Aussagen der Berechenbarkeit. Tatsächlich ist der mathematische Stil, in dem Turing sein Maschinenmodell definiert, diesem intendierten Nutzungszusammenhang angepasst.

Das Ordnungssystem der Deduktion enthält im Modell der Turingmaschinen Formvorschriften für die Formulierung von Algorithmen. Diese sind mit dem Inhalt des Modells in der Weise verbunden, dass bei ihrer Einhaltung die Formulierung eines Algorithmus zu einer Turingmaschine führt, die in der den Inhalt des Modells bildenden Klasse tatsächlich auch vorkommt. Die Benutzung des Modells garantiert dadurch die Berechenbarkeit jeder auf diese Weise beschriebene Funktion. Dies ist der wesentliche Teil des „Cargo“, den das Modell von dem, wovon es ein Modell ist, zu dem, wofür es ein Modell ist, transportiert.

Das Wissen im Modell der Turingmaschine steckt demnach in der Aussage der Church-Turing'sche These: Turingmaschinen formalisieren den intuitiven Begriff der Effektivität. Die Theorie der Berechenbarkeit und die Komplexitätstheorie, die sich beide, zumindest in den meisten ihrer Darstellungen, auf Turingmaschinen als Berechnungsmodell stützen, sprechen deshalb über das, was wir für `effektiv` halten. Sie sprechen also über unsere Welt. Aber sie benutzen dafür das Modell der Turingmaschinen als einen Ersatz für die nicht fassliche Welt unserer intuitiven Vorstellungen.

7. Schlussbemerkungen

Was finden wir, wenn wir bei der Betrachtung eines Gegenstands nach dem epistemischen Muster suchen, das dessen Auffassung als Modell begründet? Wir stoßen auf Sachverhalte, die in ihrem Zusammenhang dem Urteil des Modellseins zugrunde liegen und die auf differenzierte Weise den Gegenstand in seinen verschiedenen Rollen als Modell erklären. Im Bestehen dieser Sachverhalte zeigt sich das Wissen im Modell. Die Qualifizierung als Wissen ergibt sich dann aus

dem Urteil des Modellseins, das an Ordnungssysteme gebunden ist, die über Regeln und Konventionen die Modalitäten der Aussagen bestimmen, die das Bestehen der Sachverhalte und ihrer Zusammenhänge zum Inhalt haben.

Die herausgegriffenen Beispiele des Schattenrisses und der Turingmaschinen könnten sehr viel genauer nach dieser Methode studiert werden. Dabei würde sich die Sinnfälligkeit des epistemischen Musters als einem analytischen Instrument weiter bestätigen. Die Analyse anderer Beispiele würde darüber hinaus auch noch weitere Aspekte des Modellseins erkennen lassen, etwa den Aspekt des Dynamischen, der sich in den Veränderungen ausdrückt, denen die Sachverhalte und Sachverhaltszusammenhänge des Modellseins über die Zeit ausgesetzt sind.

Für den Nachweis, dass das epistemische Muster den Modellbegriff tatsächlich erklären kann, müsste der über das Muster definierte Modellbegriff selbst als Modell erkannt werden, indem dessen epistemisches Muster für das Urteil des Modellseins entsprechend analysiert wird. Auch dafür muss es aber eine Gemeinschaft geben, die das Wissen, auf das sich dieses Urteil gründet, als gemeinsames Verständnis in ihrer disziplinären Matrix teilt.

8. Referenzen

- Abel, Günter: Interpretationswelten, Gegenwartsphilosophie jenseits von Essentialismus und Relativismus, Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1995
- Abel, Günter: Sprache, Zeichen, Interpretation, Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1999
- Bloch, Ernst: Das Prinzip Hoffnung, Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1995
- Feyerabend, Paul: Against Method. Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge, (dt.: Wider den Methodenzwang, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1983)
- Floridi, Luciano: Philosophy of Computing and Information, Oxford: Blackwell, 2004
- Halbach, Volker: Axiomatische Wahrheitstheorien, Berlin: Akademie Verlag, 1996
- Hodges, Andrew: Alan Turing – The Enigma of Intelligence, London: Unwin Paperbacks, 1985
- Kant, Immanuel: Kritik der reinen Vernunft, Hamburg: Meiner, 1990
- Krämer, Sybille; Bredekamp, Horst: Bild – Schrift – Zahl, München: Fink, 2003
- Kuhn, Thomas S., Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen, Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1973
- Kuhn, Thomas S.: Die Entstehung des Neuen, Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1978
- Kripke, Saul: Outline of a Theory of Truth, in: The Journal of Philosophy 52, S. 690 – 716, 1975
- Lecoq, Anne-Marie: Götter, Helden und Künstler, in: Wettstreit der Künste – Malerei und Skulptur von Dürer bis Daumier, hg. V. Ekkehard Mai/Kurt Wettengl, Wolfratshausen: Edition Minerva, 2002, S. 53 – 69

- Macho, Thomas; Wunschel, Annette: Science & Fiction – Über Gedankenexperimente in Wissenschaft, Philosophie und Literatur, Frankfurt a. M.: Fischer, 2004
- Mahr, Bernd: Modellieren. Beobachtungen und Gedanken zur Geschichte des Modellbegriffs. In Krämer, Bredekamp (2003), S. 59 - 86.
- Mahr, Bernd: Das Mögliche im Modell und die Vermeidung der Fiktion. In: Macho, Wunschel (2004), S. 161 -182.
- Mittelstraß, Jürgen: Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, Stuttgart: J.B. Metzler, 1995
- Nationalgalerie Berlin: Katalog der ausgestellten Werke, Leipzig: Seemann, 2002
- Parmenides: Vom Wesen des Seienden – Die Fragmente, Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1969
- Peirce, Charles S.: Schriften I – Zur Entstehung des Pragmatismus, Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1967
- Platon: Sämtliche Werke, Zürich und München: Artemis, 1974
- Schmauß, Beatrix: Blaustrumpf und Kurtisane – Bilder der Frau im 19. Jahrhundert, Stuttgart: Kreuz, 1991
- Schmidt, Heinrich: Philosophisches Wörterbuch, Stuttgart: Kröner, 1969
- Schöning, Uwe: Theoretische Informatik – kurzgefaßt, Heidelberg und Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 1999
- Stachowiak, Herbert: Allgemeine Modelltheorie, Wien: Springer, 1973
- Sträter, Werner: Epsilon-T: Eine Logik erster Stufe mit Selbstreferenz und totalem Wahrheitsprädikat, Berlin: Dissertation an der Technischen Universität Berlin, 1992
- Suppes, Patrick: A comparison of the meaning and uses of models in mathematics and the empirical sciences. In: The concept and role of the model in mathematics and natural and social sciences, hrsg. v. H. von Freudenthal, Dordrecht: Reidel, S. 163-177, 1961
- Tarski, Alfred: Über den Begriff der logischen Folgerung. In: Actes du congrès international de philosophie scientifique, Heft VII: Logique. Paris: Hermann, 1935
- Tarski, Alfred: Der Wahrheitsbegriff in den formalisierten Wissenschaften, in: Studia Philosophica 1, S. 261- 405, 1935
- Turing, Alan: On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem, in: Proceedings of the London Mathematical Society (2) 42, 1937
- Von Pierer, Heinrich; von Oetinger, Bolko: Wie kommt das Neue in die Welt?, München und Wien: Hanser, 1997
- Vitruv: Zehn Bücher über Architektur, lateinisch und deutsch, Übersetzung C. Fensterbusch, 3. Auflage. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1981
- Wyssusek, Boris: Wissensmanagement komplex, Berlin: Erich Schmidt Verlag, 2004

Zeit, Philip: Parametrisierte Epsilon-T-Logik – Eine Theorie der Erweiterung abstrakter Logiken um die Konzepte Wahrheit, Referenz und klassische Negation, Berlin: Logos Verlag, 2000