

## 2.5.2 Begriffliche Sortierung

Obwohl Darstellungen und Modelle in den Ingenieurwissenschaften also eine äußerst wichtige Rolle spielen und obwohl dem Modellbegriff in Philosophie und Wissenschaftstheorie in den letzten Jahrzehnten viel Aufmerksamkeit zuteil wurde, werden technische Modelle in der gesamten Modelldiskussion weitgehend vernachlässigt. Dies gilt von frühen Annäherungen an die Thematik (Stoff, 1969; Stachowiak, 1973) bis hin zur aktuellen Diskussion.<sup>183</sup> Meist standen und stehen dabei Modelle in den Naturwissenschaften und besonders in der Physik im Vordergrund. Doch selbst unter diesem stark eingeschränkten Blickwinkel zeigt sich noch, dass scheinbar recht Unterschiedliches gemeint wird, wenn von einem »Modell« die Rede ist. Mit Erstaunen und Hilflosigkeit schließt ein aktueller Übersichtsbeitrag: »Models play an important role in science. But despite the fact that they have generated considerable interest among philosophers, there remain significant lacunae in the philosophical understanding of what models are and of how they work.« (Frigg und Hartmann, 2006)

Diese Verwirrung scheint mir v.a. dadurch zu entstehen, dass der Modellbegriff verschiedene Bedeutungskerne aufweist.<sup>184</sup> Allerdings ist dies ein Sachverhalt, der in postwittgensteinscher Perspektive nicht überraschen muss. Es gibt eben Begriffe, die nicht nur einen einzigen harten Kern haben, sondern die durch ein diffuses Netz an Familienähnlichkeiten zusammengehalten werden.<sup>185</sup> Modelle als Vorformen oder als Substitute von Theorien, Modelle als konkretisierte und auf einen Fall zugeschnittene Theorien (Frigg, 2006), Modelle als Mediatoren, die zwischen Konkretem und Abstraktem vermitteln (Morgan und Morrison, 1999), Modelle als etwas ganz Untheoretisches, als materielle Gegenstände, die etwas veranschaulichen sollen und zum Vorführen geeignet sind (Wendler, 2016) oder selbst experimentell untersucht werden können (Sterrett, 2017a), Modelle als Vorstellungen und gedankliche Idealisierungen etc. – Vielleicht haben diese und weitere Verständnisse keine globalen Gemeinsamkeiten. Für die vorliegende Arbeit hat dies jedoch nur die folgende Konsequenz: Es kann nicht darum gehen, die Modelldiskussion ein für alle Mal zu entscheiden. Mein Ziel ist es lediglich, die Begriffe »Darstellung«, »Modell« und »Medium« so weit zu klären, wie es für meine Zwecke nötig ist; ich möchte verständlich machen, was gemeint ist, wenn hier im Kontext der Technikgestaltung davon die Rede ist. Dies soll – wie oben bereits beim Technikbegriff – in einer Weise geschehen, die wichtige Unterschiede hervortreten lässt und trotzdem eine ökonomische Sprachverwendung ermöglicht.

Hierzu bietet es sich an, mit der klassischen Analyse von Stachowiak zu beginnen. Er schreibt Modellen drei charakteristische Merkmale zu: das »Abbildungsmerkmal«, das »Verkürzungsmerkmal« und das »pragmatische Merkmal« (Stachowiak, 1973,

183 Ein breiter Überblick findet sich bei Frigg und Hartmann (2020).

184 Ich verweise dazu auf die umfangreichen Materialsammlungen, die Roland Müller zusammengetragen hat: <http://www.muellerscience.com/MODELL/Begriffsgeschichte/GeschichtedesModellidenkens1978-79.htm>; <http://www.muellerscience.com/ENGLISH/model.htm> (zuletzt abgerufen: 05.03.2022); wobei der erste Beitrag auch in einem Sammelband erschienen ist: Müller (1983).

185 Vgl. zum Konzept der »Familienähnlichkeit« erneut Abschnitt 67 der PU (Wittgenstein, 1953/2003, S. 56–58).

S. 131–133). Das erste drückt aus, dass Modelle immer Modelle »von etwas« sind (S. 131), sie bilden ein Zielsystem ab. Die Verkürzung besteht darin, dass Modelle »nicht alle Attribute« abbilden, sondern lediglich diejenigen, die »relevant scheinen« (S. 132). Und die Pragmatik verweist schließlich darauf, dass Modelle »ihren Originalen nicht per se eindeutig zugeordnet« sind (S. 132). Sie seien immer »Modelle für jemanden«, der damit zu einer bestimmten »Zeit« einen »bestimmten Zweck« erreichen will. Diese drei Merkmale decken sich auch mit verschiedenen aktuellen Analysen. Dass Modelle ein Zielsystem (*target* oder *target system*) abbilden ist auch gegenwärtig unumstritten (Magnani und Bertolotti, 2017; Frigg und Hartmann, 2020). Beim Modellieren wird also ein Wirklichkeitsbereich (Modell) genutzt, um etwas über einen anderen (*target*) zu lernen oder etwas indirekt zu zeigen.<sup>186</sup> Und dass diese Abbildung in irgendeiner Weise verzerrt oder verkürzt ist, scheint auch selbstverständlich. Denn wäre dies nicht der Fall, wäre das Modell seinem Zielsystem gleich. Deutlich schwieriger ist es, den Begriff der Abbildung angemessen auszubuchstabieren. Allerdings genügt an dieser Stelle der Verweis auf die Pragmatik.<sup>187</sup> Eine Abbildung ist erfolgreich, wenn im jeweiligen Verwendungskontext ihre Zuordnung zum Abgebildeten hinreichend verständlich ist. Wie dies in den Technikwissenschaften gewährleistet wird – bzw. werden sollte – wird in den folgenden beiden Kapiteln thematisiert.

Diese Charakterisierung scheint erst einmal hilfreich; sie ist für meine Zwecke aber noch zu breit angelegt. Danach ist nämlich sowohl eine technische Zeichnung als auch eine Computersimulation eines technischen Gegenstandes als Modell zu bezeichnen. Und dies deckt sich auch zum Teil mit der tatsächlichen Wortverwendung: »drawing is only one form of modeling« (Mitcham, 1994, S. 223). Allerdings möchte ich hier noch eine Unterscheidung einziehen, die sich zumindest mit der Verwendung in den Technikwissenschaften vielfach deckt. Denn eine Ingenieurin würde vermutlich von einer technischen Zeichnung nicht sagen, dass sie ein Modell sei, obwohl es sich zweifellos um eine Darstellung handelt, die ihren Gegenstand verkürzt abbildet und erst in bestimmten Kontexten verständlich wird. Und selbst wenn die Ingenieurin von einem Modell sprechen würde, schließt es nicht aus, dass sich in der Sache noch weitere sinnvolle Unterschiede aufdecken lassen. Ein solcher entscheidender Unterschied scheint mir die Frage der Interaktion mit dem Dargestellten zu sein. Es soll daher nur dann von einem »Modell« gesprochen werden, wenn eine Interaktion mit der Darstellung möglich und intendiert ist bzw. realisiert wird. Mit Interaktion ist gemeint, dass verschiedene Szenarien aktiv durchprobiert und Wenn-dann-Fragen an das Modell gerichtet werden können. Dies trifft sowohl für Berechnungsgleichungen als auch für Computermodelle und materielle Modelle zu. Es gilt jedoch nicht für technische Zeichnungen. Wenn also nur von einer »Abbildung« oder »Darstellung« die Rede ist, entfällt diese interaktive Dimension. Dass Manipulierbarkeit

186 Das zeigt bereits, dass ich einen weiten Wirklichkeitsbegriff zugrunde lege. Danach zählen sowohl ideelle Gegenstände, z.B. mathematische Gleichungen, als auch raum-zeitliche zur Wirklichkeit. Diese ontologische Positionierung wird in den nächsten Kapiteln wiederholt aufgegriffen und weiter ausgeführt.

187 Dies hat vor einigen Jahren van Fraassen erneut deutlich herausgearbeitet; er stellt fest: »The evaluation of a representation as accurate or inaccurate is highly context-dependent.« (Fraassen, 2008, S. 15) Auch bei Skalenmodellen (»scale models«) sei die entscheidende Frage, ob eine »sufficiently accurate resemblance in all relevant respects for the purpose at hand« vorliege (S. 49).

nicht nur in den Ingenieurwissenschaften als zentrale Eigenschaften von Modellen angesehen wird, mag folgendes Beispiel illustrieren. James Watson rekapituliert die Verwendung von »tinker-toy-like models« (Watson, 1968/2010, S. 49), mit Kupferdraht verbundene Strukturen (S. 59), zur Entschlüsselung der DNS-Struktur. Er betont das spielerische Ausprobieren, »play« (S. 36), mit den Modellen und spricht auch von einem »fiddling with the molecular models« (S. 54), um die korrekte molekulare Anordnung zu ermitteln. Hier steht also ebenfalls die Interaktion und Manipulation im Vordergrund. Von Darstellungen, »figures showing the locations of the essential atoms« (S. 115), spricht Watson dagegen erst, wenn es um die Kommunikation der finalen Ergebnisse geht. Und »figures« in Publikationen weisen selbstredend keine interaktiven Anteile mehr auf.

»Medien« verwende ich für physische Repräsentationen informationeller Gehalte, hier von Modellen und Abbildungen.<sup>188</sup> Dabei ist – per Definition – jede Abbildung ein Medium, denn von einer Abbildung ist nur sinnvollerweise die Rede, wenn sie intersubjektiv zugänglich als Papierdokument oder Darstellung auf einem Bildschirm vorliegt, andernfalls würde man von einer Vorstellung sprechen. Auch die meisten Modelle sind Medien. Dies gilt jedoch nicht für alle. Denn eine Berechnungsgleichung, die »im Kopf« gelöst wird, muss nicht notwendigerweise physisch repräsentiert, also aufgeschrieben, werden.<sup>189</sup> Noch eine zweite Art von Modell möchte ich nicht als Medium bezeichnen: und zwar physische Modelle. Da diese raum-zeitliche Gegenstände sind, repräsentieren sie ihr Zielsystem zwar ebenfalls, jedoch nicht, indem sie bestimmte Informationen (symbolisch) darstellen, sondern indem sie bestimmte physische Eigenschaften exemplifizieren. Goodman bestimmte bekanntlich die Relation der Exemplifikation als Besitz plus Bezugnahme.<sup>190</sup> Ein verkleinertes Getriebemodell aus dem gleichen Stahl wie das repräsentierte reale Getriebe verweist damit nicht nur symbolisch auf den Werkstoff (wie etwa die Werkstoffbezeichnung auf einer technischen Zeichnung), sondern gibt ein Beispiel des Werkstoffes und bezieht sich damit auf das reale Getriebe. Nun könnte man einwenden, dass auch eine maßstäbliche Zeichnung bestimmte Lagebeziehungen von Bauteilen zueinander exemplifiziert. Dies ist korrekt und auch ganz entscheidend. Eine Zeichnung ist in dieser Hinsicht reichhaltiger als eine verbale Beschreibung. Allerdings sind es nur physische Modelle, die – per Definition – auch die stoffliche Seite der Technik exemplifizieren. Und da ich die stoffliche Dimension als ganz zentral für Technik

188 Ich verwende »Medium« also primär im Sinne der Speicherung und Übermittlung von Informationen; neben der zweiten Verwendungsweise, nahezu jede Technik als Medium zu bezeichnen, kann dies als eine der beiden Hauptauffassungen in der Medientheorie gelten (Kloock und Spahr, 2012, S. 9–10). Die Speicherung und Übermittlung schließt natürlich auch die Interaktion mit den repräsentierten Informationen nicht aus. In diesem Sinne können Medien mehr (z.B. Computer) oder weniger (z.B. Fernsehen) stark interaktiv ausgelegt sein.

189 Nicht medial repräsentierte Modelle werden in der Literatur häufig als »mental models« bezeichnet; einschlägig sind hier z.B. die Arbeiten von Johnson-Laird (Johnson-Laird, 1980; Johnson-Laird, 1983). Übrigens ist auch für diesen Autor die Interaktion mit dem Modell, die Manipulation (»manipulation of mental models«) und das Durchspielen verschiedener Varianten zentral (Johnson-Laird, 1980, v.a. S. 79–85); dieses Verständnis deckt sich also mit meinem eben entwickelten.

190 Vgl. Goodman (1976, v.a. S. 52–57) sowie Goodman (1978, S. 12, 19, 31–34, 37, 63–68, 102–106, 133–138) zum Begriff der Exemplifikation.

betrachte,<sup>191</sup> scheint es mir sinnvoll, hier eine Unterscheidung zu treffen. Zudem entspricht es auch einem weitverbreiteten Sprachgebrauch, einen physischen Gegenstand, der durch sich selbst etwas zeigt, nicht als Medium zu bezeichnen – im Gegensatz zu Gegenständen *durch die* etwas gezeigt wird, etwa das Buch, das Fernsehgerät oder den Computer. Denn hierbei können die gleichen Gehalte auf unterschiedlichen Computern dargestellt werden oder die gleiche Zeichnung einmal auf einem Bildschirm, einmal ausgedruckt auf Papier. Es liegt dabei wenig an der konkreten physischen Form der Repräsentation; sie verschwindet hinter dem dargestellten Gehalt.

### 2.5.3 Darstellungen, Modelle und Vorstellungskraft

Modelle können – wie erläutert – Vorstellungen sein. In vielen Fällen sind ihre Gehalte jedoch medial repräsentiert. Und auch Technikdarstellungen zählen zu den Medien der Technikentwicklung. Sie machen ihre Inhalte intersubjektiv zugänglich, was für die Gestaltung zentral ist, da meist verschiedene Personen an einem Projekt arbeiten. Medien fungieren damit als Kommunikationsmittel, welche überhaupt erst eine Zusammenarbeit ermöglichen, denn viele Eigenschaften von Techniken (etwa geometrische Lagebeziehungen, funktionale Abhängigkeiten) entziehen sich hartnäckig der Verbalsprache – oder lassen sich nur äußerst umständlich durch sie abbilden. Dies beantwortet allerdings noch nicht die Frage, warum Darstellungen und Modelle auch bereits während des Gestaltungshandelns *einzelner* Techniker\*innen zum Einsatz kommen. Selbst in der Gestaltung erschöpft sich ihr Beitrag offenbar nicht in ihrer kommunikativen und koordinativen Funktion. Eine Antwort auf die Frage nach ihrem individuellen Nutzen soll unter Rückgriff auf die Phänomenologie der Vorstellungskraft entwickelt werden.

In seinen nachgelassenen Analysen stellt Husserl eine Ähnlichkeit zwischen der Betrachtung physischer Bilder und der Phantasie fest (Hua XXIII, S. 24). Das Phantasieobjekt ist jedoch in der Wahrnehmung anders gegeben, es »bedeckt nicht scheinbar ein Stück meines Blickfelds« (S. 49). Zudem zeichnen sich physische Bilder durch eine größere Reichhaltigkeit und Eigenständigkeit aus. Dagegen schreibt Husserl über Phantasieobjekte, sie erschienen »wie leere Schemen, durchsichtig blass, mit ganz ungesättigten Farben, mit mangelhafter Plastik, oft nur vagen und schwankenden Konturen« (S. 59).

Nach Sartre muss das Objekt in der Vorstellung »in einer Vielzahl synthetischer Akte festgelegt« werden (Sartre, 1971, S. 52). Das vorstellende Bewusstsein »hält und erhält durch eine ununterbrochene Schöpfung die wahrnehmbaren Qualitäten seines Objekts«, wobei »das Objekt als Vorstellung nie mehr ist als das Bewußtsein, das man davon hat.« (S. 59) Das gedachte Objekt kann uns also nie überraschen. Dabei können durchaus die gesetzten Bestimmungen »untereinander beziehungslos bleiben«, weshalb auch Sartre – ähnlich wie Husserl – dem Vorstellungsobjekt »etwas Verkümmertes« und eine gewisse »Kargheit« zuspricht (S. 60). Durch das Beziehungslos-Bleiben ist es zudem möglich, dass Objekte der Vorstellung inkonsistent sind.

Edward Casey hebt verschiedene Modi der Vorstellung hervor: sich etwas bildlich vergegenwärtigen (*imaging*), sich allgemein vorstellen, dass etwas der Fall ist (*imagining*-

191 Vgl. Abschnitt 2.1 oben.