

und Grenzen der naturwissenschaftlichen Methode lassen sich hieran gut verdeutlichen.

Bei der thematischen Dimension geht es um Hintergrundüberzeugungen historischer, psychologischer, religiöser oder metaphysischer Art (W. Kuhn 1990, 5). Der Wissenschaftshistoriker und Physiker G. Holton (1984) spricht in diesem Zusammenhang von *Themata* (i.S.v. Plural von ‚Thema‘) und meint damit Leitlinien, Leitideen, Leitmotive der Forschung, welche den Gang der Forschung und die Entstehung von Theorien wesentlich mitbestimmen. Neben der empirischen und der analytischen Dimension, die bisher mit den Begriffen „Experiment“ und „Modellbildung“ diskutiert wurde, muss auch die thematische Dimension betrachtet werden, um ein tieferes Verständnis des Prozess wissenschaftlicher Theoriebildung zu gewinnen. „Diese dritte, die thematische Dimension stellt die grundsätzlichen Annahmen, Begriffe, methodischen Urteile und Entscheidungen dar, die selbst nicht aus objektiv beobachteten Tatbeständen oder logisch mathematischen oder anderen Überlegungen ableitbar sind“ (ebd. 19).

Zunächst soll aber die Modellmethode kurz diskutiert werden. Die Herstellung von Modellen und das Hantieren mit ihnen ist nach Stachowiak die wesentliche Form von Erkenntnisgewinnung, der eigentliche und typische Umgang mit Wirklichkeit: „Zu den Grunderlebnissen des Menschen gehört dasjenige der Dichotomie [Zweiteilung] von Vorgegebenem und Nach-vollzogenem, von Original und Modell. Wir können den Menschen geradezu als das modellbildende Wesen begreifen. Alles was ihm neu- und fremdartig erscheint, sucht er sich im Medium der Modellbildung anschauend, beobachtend, interpretierend, vergewissernd anzueignen. Sein Lernen ist ein Lernen an und mit Modellen, und sein Handeln wesentlich ein Handeln nach Modellen“ (Stachowiak 1980, 9).

Die Allgemeine Modelltheorie beschäftigt sich als Teil der Wissenschaftstheorie systematisch mit dem Begriff des Modells und der Konstruktion und Verwendung von Modellen. Sie formuliert als Theorie des Abbildens von Originalen in Modelle wesentliche Züge des Erkenntnisprozesses. Dabei stellt sie vor allem auch die Perspektivität (Subjektbezogenheit) und Verkürzung allen Modellierens heraus. Ein Modellsubjekt macht sich von einem Modelloriginal ein Modell für einen Modelladressaten. Was, wie und wie viel abgebildet wird, hängt vom Zweck des Modells ab. Die Abbildung kann unterschiedliche Grade von struktureller und qualitativer Angleichung an das Original haben. Man kann sich das am Beispiel der Herstellung und Verwendung einer Straßenkarte verdeutlichen (Hägele 2000, 12f.). Modelle sind immer Modelle von etwas und zu einem bestimmten Zweck (von jemandem hergestellt) für jemanden. Auch physikalische Modellbildung im Sinne von Theoriebildung funktioniert so: Ein Bereich der Natur (ein Stück Kupfer, ein Makromolekül, ein Neutronen-

stern) wird von einem Wissenschaftler auf ein Modell abgebildet. Modellmaterialien sind meist mathematische Strukturen, welche die raum-zeitlichen Verknüpfungen gut darstellen können. Genau genommen ist der betrachtete Naturbereich bereits „präparierte Natur“, da er schon durch unsere Apparate, Messgeräte, Begriffsraster und Vortheorien vorstrukturiert ist. Insofern sind naturwissenschaftliche Modelle bzw. Theorien keine simplen Abbilder der Naturwirklichkeit; das beobachtende und strukturierende Modellsubjekt ist nie eliminierbar. Auch Aussagen der Art, dass wir uns mit Modellen der Wirklichkeit annähern, sind deshalb fragwürdig. Sie setzen im Grunde einen Standort außerhalb von Naturwirklichkeit und Modell voraus, von dem aus man Modell und Wirklichkeit vergleichen könnte. Dennoch braucht nicht angenommen zu werden, dass unsere Modelle nur rein gedankliche Konstruktionen sind und lediglich von uns selbst erzeugte Wirklichkeit enthalten. Auch eine präparierte Natur ist Natur und etwas Vorgegebenes. Dieses wird von uns dann allerdings in unterschiedlicher Weise verkürzt und verändert abgebildet. Ein indirekter Hinweis auf die Objektivität von Naturwirklichkeit ist nach G. Ludwig (1979), dass die Vortheorien sich mit den später entwickelten Theorien immer wieder als verträglich (konsistent) erweisen. Bemerkenswert ist auch, dass unsere Modelle durchaus an Daten scheitern können. Die große Tragweite und Leistungsfähigkeit der Modellmethode ist jedenfalls unbestritten. Im folgenden soll auf ihre Grenzen verwiesen werden:

Zunächst gibt es natürlich *relative Grenzen*. Forschung hängt ab vom Stand der Technik, von der Rechenleistung der Prozessoren in Computern, von den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln usw. Solche Grenzen verschleichen sich mit der Zeit und bedeuten keine prinzipielle Beschränkung. Bemerkenswerter sind die *absoluten Grenzen*. Dies sind solche Grenzen, die prinzipiell gegeben sind und sich nicht mit äußeren Bedingungen und dem Stand der Forschung ändern. So haben alle naturwissenschaftlichen Modelle einen prinzipiell hypothetischen Charakter. Sie werden entworfen und getestet, verändert und wieder getestet und dabei immer wieder Versuchen der Falsifikation ausgesetzt. Ihre Wahrheit liegt allein in ihrer Bewährung. Und selbst lange bewährte Modelle können an neuen Daten scheitern. Interpolationen und Extrapolationen sind nie mit Notwendigkeit richtig. Wir sind nie gefeit gegen überraschend Neues, das zu einer weiteren Abänderung von Modellen zwingt.

Eine besonders wichtige absolute Grenze zeigt sich darin, dass naturwissenschaftliche Modelle immer nur Teilaspekte der Naturwirklichkeit präparieren können. Dies wurde oben bereits deutlich gemacht. Für die Physik lässt sich das weiter konkretisieren:

– Die Kategorien Raum, Zeit und Materie müssen schon vorausgesetzt werden. So kann Beobachtung und Datenerfassung nur vorgenommen werden, wenn bereits Materie vorhanden ist. Evtl. existierende andere Kategorien (z.B. nichtmaterielle Wirklichkeiten) sind methodisch ausgeblendet. Leicht