

Die wissenschaftliche Methode

Wolfgang Wiese

Bei der Niederschrift einer Ausarbeitung beruft sich jeder gern auf die Wissenschaftlichkeit seiner Arbeit und auf die benutzte Objektivität.

Doch leider sind nur sehr wenige Arbeiten wirklich wissenschaftlich. Dies trifft dabei aber sowohl Ausarbeitungen von bekannten Autoren, studierten Kapazitäten, als auch von Laien. Beispiele hierzu gibt es genüge. Die Aufzählung solcher würde aber vom eigentlichem Thema ablenken, nur für hitzige Diskussionen sorgen und somit den Blick auf das Wesentliche verstellen.

Das Thema ist vielmehr dieses: „*Welche Methode muß verwendet werden, zum Aufstellen von Theorien, damit diese den Anspruch auf Wissenschaftlichkeit erheben können?*“

Oder anders gesagt: „*Was ist die wissenschaftliche Methode?*“.

Die (natur-)wissenschaftliche Methode besteht aus drei Teilen, die unabhängig voneinander ausgeführt werden: Das Sammeln von Daten, das Deuten von Daten und damit die Aufstellung einer Hypothese, und ausgehend von der Hypothese die Aufstellung einer Theorie.

Regeln für das Sammeln von Daten

Die Sammlung von Daten gehört zum Anfang eines jeden Prozesses, bei der eine Theorie erstellt werden soll. Aber es gehört genauso zum Ende eines abgelaufenen Vorganges, von welchem wir Daten erhalten, die wir erklärt haben wollen. Jede Ursache hat eine nachfolgende Wirkung! (Dies kann man sogar für die Gesetze der Quanten- und Relativitätstheorie sagen, mit den Hinweis auf das verwendete Bezugssystem in welchem man sich bewegt. Siehe hierzu auch [1].)

Folgende Regeln sind für das Sammeln von Daten unumgänglich:

- I. Das Sammeln ist strikt zu trennen vom Deuten! Eine Deutung noch während des Sammeln von Daten „engt das Blickfeld ein“. Man beginnt automatisch die passenden Daten zu berücksichtigen und anderes zu vernachlässigen, was nicht in das „richtige“ Bild paßt.
- II. Es müssen ausreichend viele Daten vorhanden sein. Um so weniger Daten vorhanden sind, um so größer ist der Interpretationsspielraum. Beim Sammeln von Daten muß man sich darüber im Klaren sein, daß der Fehler *in diesen Daten selbst*, um so größer ist, um so weniger Daten man hat. (Siehe ausgewählte Fachliteratur über Statistik.)
- III. Das Sammeln der Daten muß objektiv und emotionslos erfolgen. Eine Beurteilung der Daten ist, wie das Deuten während des sammelns, fatal. Ob nun ein Holzstückchen oder gar der Kadaver einer Hauskatze bei einer Ausgrabungsstelle wichtig ist, oder nicht, ist erst bei der Deutung festzustellen.
- IV. Alle Daten müssen nachprüfbar sein! Dies bedingt unter anderem auch, daß die Daten frei zugänglich sein müssen, und daß jedermann diese zu Gesicht bekommen kann, bzw. diese Daten sich selbst beschaffen kann.
- V. Daten dürfen nicht bereits im Vorfeld einseitig ausgewählt worden sein. (Siehe auch Punkt I. und III.)

Regeln für das Deuten von Daten

Sind Daten vorhanden, sind gewissen Regeln für das Deuten dieser einzuhalten. Dies führt direkt über in die Aufstellung einer Hypothese (Achtung: Eine Hypothese ist nicht automatisch gleichzusetzen mit einer Theorie!).

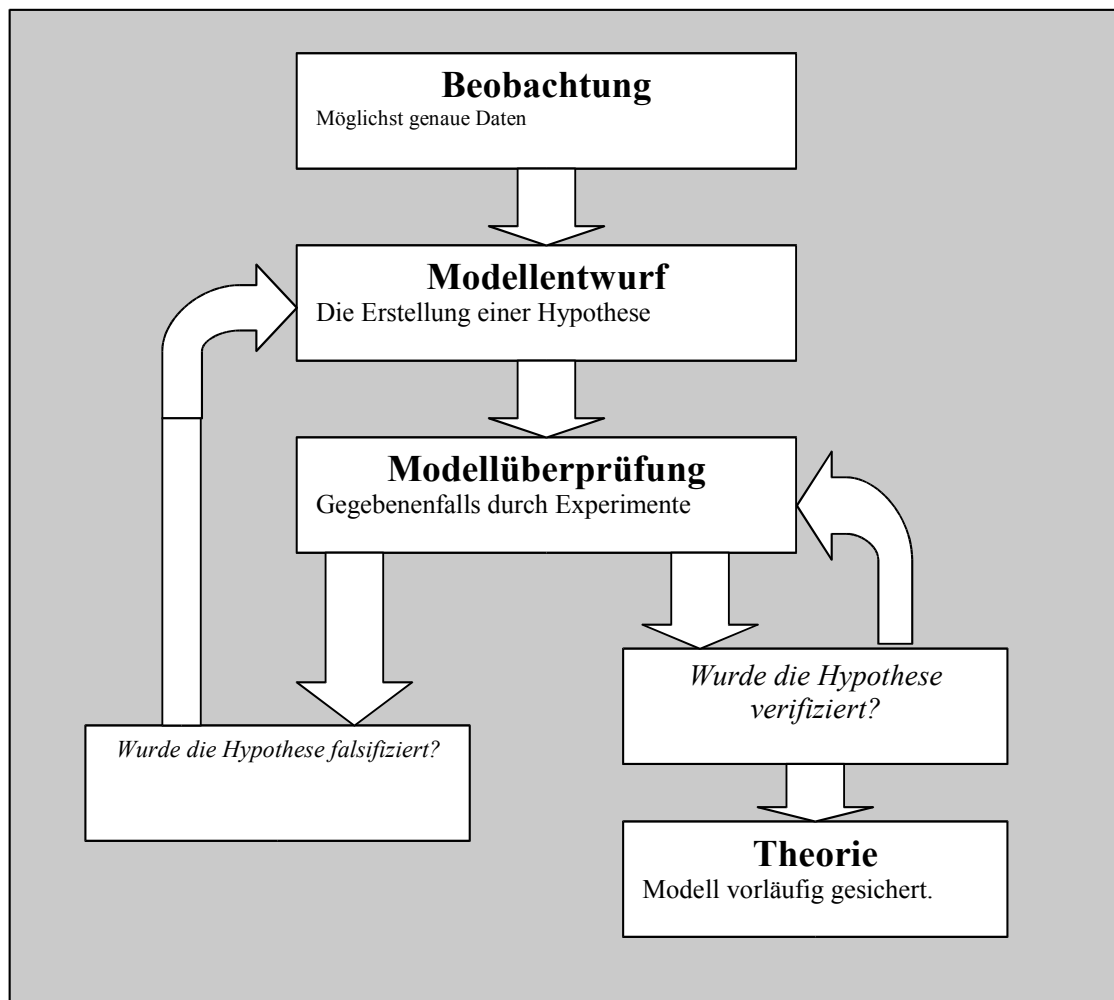
Folgende Regeln sind hierbei einzuhalten:

- I. Das Deuten ist zu Trennen vom Sammeln der Daten (siehe oben).

- II. Das Bilden von Hypothesen ist eine Folge der Datendeutung, aber nicht die Voraussetzung. Jemand, der nach einen Beweis für seine Theorie sucht, wird solange danach suchen, bis er diesen findet –und alles andere ignorieren.
- III. Das Deuten muß Vorurteilslos und Voraussetzungslos sein. Daten sind nie falsch, nur weil sie der eigenen Theorie widersprechen.
- IV. Das Deuten muß Widerspruchsfrei und Logisch sein. Eine Theorie, die widersprüchlich ist, ist nicht wahr und somit widerlegt.
- V. Die Verifizierbarkeit oder die Falsifizierbarkeit der Deutung muß vorhanden sein. Eine Deutung –egal welcher Art und in welchem Bereich- kann nur eines sein: Wahr oder Falsch. Doch damit diese Aussage getroffen werden kann, muß die Möglichkeit gegeben werden, diese Deutung eben zu falsifizieren oder zu verifizieren. Dies ist gleichbedeutend mit der Nachprüfbarkeit von Daten.
- VI. Deutungen müssen revidierbar sein. Es dürfen keine Deutungen dogmatisch als „eherne Gesetze“ festgeschrieben sein.

Das Aufstellung einer Theorie

Folgendes Schema stellt den Verlauf beim Aufstellen einer Theorie dar:



Das Schaubild zeigt das Vorgehen: In der Beobachtungsphase werden die Daten gesammelt. Es stellt sich hier natürlich die Fragen: „Was soll beobachtet werden? Was ist interessant?“. Die Antwort ist nicht so leicht, wie sie erscheint. Natürlich möchte man sich auf sein Thema konzentrieren und

unwichtiges gar nicht erst berücksichtigen. Doch hier läuft man Gefahr die Regeln für das Sammeln von Daten zu verletzen. Oft müssen wir implizite Voraussetzungen machen, von denen wir noch nichtmal wissen.

Man sollte sich deswegen dauernd vor Augen halten, daß bei einer Untersuchung die Deutung der Vorgänge erst nach der Datenerfassung erlaubt ist. Bis dahin aber zählt der Grundsatz, daß alles, was beobachtet oder gemessen werden kann, festzuhalten ist.

Die Antwort auf obige Fragen lautet demgemäß: „Alles das ist interessant, was in einem direkten kausalen Zusammenhang mit dem Problem stehen kann.“

Im Modellentwurf wird anhand der Daten eine Hypothese aufgestellt. Hierbei ist eine Ökonomie des Denkens zu beachten: Neue Hypothesen müssen die Ergebnisse und Daten alter Theorien einschließen. Daten, die vor 100 Jahren galten, wie zum Beispiel der Umfang eines Bauwerkes, sind auch heute noch gültig und sind zu berücksichtigen. (Es sei denn man kann begründen, warum die Daten damals anders waren.)

Auch ist in der Erstellung einer Hypothese eine gewisse Intuition erforderlich. Man muß in der Lage sein, *vom Besonderen auf das Allgemeine*, sprich vom einzelnen Teil eines Puzzles auf das Ganze schließen zu können.

In der Modellüberprüfung wird der Vorgang des Modellentwurfs wieder rückgängig aufgeschlossen. Durch die Deduktion *vom Allgemeinen auf das Besondere*. So muß es die Hypothese erlauben, vom Gesamtbild ausgehend auf die einzelnen Teile einzugehen: Die Phänomene müssen rückführbar sein auf etwas, das allen Erscheinungen gemeinsam ist.

Der Verifikation bzw. die Falsifikation, d.h. der Schluß, ob eine Hypothese richtig oder falsch ist, kann und darf nur durch sinnlich wahrnehmbare Tatsachen erfolgen. Dies können neue Daten sein, oder Experimente. Aber Achtung: Gedankenexperimente sind nicht beweiskräftig!

Ergibt die Modellüberprüfung, daß die Hypothese nicht wahr ist, gilt sie als widerlegt. In diesem Fall muß eine neue Hypothese erstellt werden. Hierbei ist eine Tatsache besonders wichtig: Es benötigt nur einen einzigen Beleg dafür, daß die Hypothese (oder später die Theorie) falsch ist, und sie gilt als widerlegt. Es ist dabei unwichtig wieviele andere Gründe vorher für die Hypothese gestimmt haben: Einmal widerlegt, immer widerlegt!

Wird die Hypothese dagegen durch neue Experimente oder Daten bestätigt, so kann aus der Hypothese eine Theorie werden. Dies bedeutet aber nur, daß das Modell vorläufig gesichert scheint. Denn jede Theorie kann wieder durch neue Experimente oder Daten überprüft und damit falsifiziert werden.

Somit folgt auch das es keine Theorie gibt, die völlig sicher ist: Dogmen oder Paradigmas gibt es in der (Natur-)Wissenschaft nicht!

Fazit

Die Frage, ob eine Arbeit den wissenschaftlichen Grundregeln entspricht, kann klar beantwortet werden. Selbiges gilt aber auch für die Art von Argumenten in Kontroversen. Daten an sich sind neutral. Bei der wissenschaftlichen Analyse gibt es kein Platz für eigene Vorlieben oder subjektive Plausibilität.

Natürlich gibt es einige (zweifelhafte) Argumente gegen die wissenschaftliche Methode (auch *empirische Methode* genannt). Lieblingsspruch in gewissen Kreisen scheint zu sein: „*Es gibt mehr zwischen Himmel und Erde, als was die Wissenschaft ersehen kann.*“

Auch ist es möglich durch Gedankenexperimente ganze virtuelle Systeme zu erschaffen und daran zu glauben. Solche Systeme sind nicht widerlegbar – aber auch nicht beweisbar.

Doch all diese Argumente sind deswegen nicht wissenschaftlicher. Die Naturwissenschaft, so wie wir sie kennen, baut auf der Beobachtbarkeit und der Reproduzierbarkeit auf.

Alles andere darf sich, streng genommen, nicht Naturwissenschaft nennen, sondern darf sich selbst allenfalls auf dem Gebiet der Geisteswissenschaft ansiedeln.

Folgender Spruch läßt sich dem obigen entgegensetzen: „*Der Naturwissenschaftler glaubt, was er sieht; Der Geisteswissenschaftler sieht, was er glaubt.*“

Beispiele

- a) In der Ausgabe 1/98 der *Sagenhafte Zeiten* wird in der Reportage „Kommt die Steinzeit-Elle weltweit vor?“ dazu aufgerufen, Übereinstimmungen in Bezug auf die Hypothese, daß die Steinzeit-Elle weltweit vorkommt, zu melden.
An sich ist dies sicher ein lobenswerter Ansatz. Aber es ist nicht wissenschaftlich.
Begründung: Es müssen auch alle anderen Daten berücksichtigt werden, nämlich die, die der Hypothese widersprechen. Hier erfolgt der Gegenteil: Es wurde anhand weniger Daten eine Hypothese aufgestellt. Doch nun beginnt der Fehler: Es wird jetzt anhand der Hypothese nach weiteren Daten gesucht, die dieser entsprechen. Dies ist allerdings in der wiss. Methode nicht erlaubt. Daten, die der Hypothese widersprechen dürfen nicht ignoriert werden.
Die Frage, ob Steinzeit-Elle nun global vorkam ist nicht eine Frage, ob Daten gefunden werden, die dies bejahen. Hier ist es eine Frage der Statistik, genauer der Wahrscheinlichkeit.
- b) Die Goldflugzeuge von Kolumbien (Ausgabe 1/98 der *Sagenhafte Zeiten*). Hier wurde anscheinend richtig an das Problem herangegangen: Es wurden Daten über das Vorkommen der Objekte gesammelt, sowie nachprüfbar physikalische Berechnungen durchgeführt. Besonders wichtig hierbei ist die Verifizierung, welche durch praktische Experimente durchgeführt wurde. Dennoch darf auch hier nicht vergessen werden: Die Theorie wurde zwar bereits anhand anderer Daten und Experimente verifiziert. Dennoch ist keine Theorie völlig sicher. Sollte ein einziger gültiger Datensatz oder ein Experiment der Theorie widersprechen, muß eine neue her.
Gefährlich wird es nur, wenn anhand der Theorie, daß vor ca. 1500 Jahren im Raum Kolumbien Flugapparate gesehen wurden, nun weitere Theorien gefolgert werden. Denn diese würden als Datengrundlage nur das Ergebnis der vorausgehenden Theorie haben. Damit die folgende Theorie „Es gab ausserirdische Einflüsse auf Angehörige der Urbevölkerung Südamerikas“ wissenschaftlich wird, müssen noch mehr Daten vorhanden sein, die alle getrennt voneinander einer Überprüfung standhalten. So schlüssig („plausibel“ !) die Folgerung scheint, so bleibt die Tatsache, daß die Zahl der Daten zu klein ist, um Fehler auszuschließen.

Wolfgang Wiese, Erlangen, den 21. September 1998

Literatur

- [1] Gerthsen, Kneser, Vogel: „Physik“, 16. Auflage, Springer-Verlag, Kap.15
- [2] Vorlesungsmitschriften Experimentalphysik I + II, Häusler, Uni Erlangen
- [3] Metzler Physik, J. Grehn (Hg.), 2. Auflage
- [4] Spektrum Physik, Hänsel, Neumann, Spektrum Verlag