

## 2 Daten und Theorien: Antike und neuzeitliche Wissenschaftsmethodologie

- 1) Gegenstand der Wissenschaftsphilosophie (philosophy of science) sind also die empirischen Wissenschaften. Empirie heißt „Erfahrung“, und gemeint ist das hier im Sinne von „Beobachtung“. Beobachtungen bilden die Basis der empirischen Wissenschaften, indem sie Beobachtungsdaten bereitstellen.
- 2) Ein „Datum“ ist etwas Gegebenes. Wie „gegeben“ die Daten wirklich sind, werden wir noch problematisieren. Die Wissenschaft bleibt bei diesem „Gegebenen“ aber nicht stehen, sie sammelt nicht bloß Daten und Beobachtungen. Sie ist kein Kuriositätenkabinett.
- 3) Ihr Ziel ist vielmehr, den jeweiligen Gegenstandsbereich zu durchdringen, um zu verstehen, was *hinter den Daten steckt*. Dass überhaupt etwas dahinter steckt, ist nicht selbstverständlich. Der wissenschaftliche Impuls besteht darin, nicht einfach hinzunehmen, was man beobachtet („naja, so ist das halt“), sondern zu fragen „warum so und nicht anders?“.
- 4) Das wissenschaftliche Interesse ist also ein Erklärungsinteresse. (Was „Erklärung“ in diesem Kontext genau bedeutet, ist Gegenstand einer späteren Vorlesung.) Die Erklärung kann Selbstzweck sein. Schon immer haben Menschen sich gefragt, was wohl hinter den Naturphänomenen steckt, die ihnen begegnen.
- 5) Aber die Erklärung kann natürlich auch zum Zwecke der Anwendung verfolgt werden: zunächst zu dem der *Vorhersage*. Besonderes Interesse haben in vielen Kulturen die Bewegungen der großen Himmelskörper geweckt. Die Vorhersage von Sonnenwenden, Tag-und-Nacht-Gleichen, Mondphasen, Finsternissen oder Planetenstellungen hat Menschen seit der Jungsteinzeit beschäftigt. Die Astronomie ist deshalb, wenn man von ihrem ehrwürdigen Alter ausgeht, die Naturwissenschaft *par excellence*.
- 6) Neben der Medizin und Pharmazie! Bei *dieser* werden die Erklärungen der Phänomene nun nicht primär selbstzwecklich oder zur Vorhersage gesucht, sondern um zu heilen. Diese Beeinflussung der Phänomene als

Anwendung im engeren Sinne ist das, was man heute als „Technik“ bezeichnet.

- 7) Das, was in den Wissenschaften die Erklärung der Phänomene leistet und (neuartige) Vorhersagen und viele praktische Anwendungen ermöglicht, wird gemeinhin als *Theorie* bezeichnet. Theorien *systematisieren* die verwirrende Vielfalt der Erscheinungen und zeigen auf, *was dahinter steckt*. Das ist nicht unbedingt dasselbe! Zurückführung auf wenige Grundprinzipien, die überall am Werke sind, „conquest of abundance“ (Feyerabend).
- 8) Theorien sind nicht *gegeben*, sondern müssen entwickelt, erdacht, erfunden werden. Die abstrakte Klärung des Verhältnisses von Daten und Theorien ist ein wesentliches Thema der Wissenschaftsphilosophie, und zwar eines, das sich sehr weit in der Geschichte der Philosophie zurückverfolgen lässt.
- 9) Der natürliche Ausgangspunkt hier ist wie so häufig Aristoteles (384–322 v. Chr.), der sich nicht nur als erster über wissenschaftliche Methodologie allgemein ausführlich geäußert hat, sondern auch eine Physik und biologische Schriften hinterlassen hat. Während die Astronomie als Wissenschaft weit älter ist, könnte man sagen, dass die Biologie und die Physik im Sinne einer Bewegungslehre für Körper als Wissenschaften auf Aristoteles zurückgehen, zumindest von ihm zum ersten Mal systematisch vorgetragen wurden (z.B. Systematik der Lebewesen).
- 10) Sowohl mit seinem Wissenschaftsverständnis (Methodologie) als auch mit seinen substantiellen Beiträgen hat Aristoteles, vermittelt über die Araber die gesamte mittelalterliche Naturphilosophie dominiert. Die neuzeitliche Naturwissenschaft entstand in der Renaissance in einer mehrfachen Bewegung gegen die stark von Aristoteles inspirierte scholastische Philosophie.
- 11) Die Aristotelische Wissenschaftstheorie ist im „Organon“ (Werkzeug) niedergelegt, und dort in der „zweiten Analytik“. Das Organon besteht aus den „Kategorien“ (der Begriffslehre), „De Interpretatione“ (Lehre vom Satz, Urteilslehre), erste Analytik (Schlusslehre I, quasi-formale deduktive Logik), zweite Analytik (Schlusslehre II, Wissenschaftstheorie im engeren Sinne), der Topik (dialogische Logik, Argumentations-

theorie) und den Sophistischen Widerlegungen (vermutlich ehemals ein Teil der Topik, der sich mit raffinierten Fehlschlüssen beschäftigt).

- 12) Aristoteles' Wissenschaftsideal entspricht dem Aufbau der (späteren) euklidischen Geometrie. Aus bestimmten (dem Anspruch nach) evidenten Axiomen oder ersten Prinzipien wird das ganze Gebiet durch Deduktion entwickelt. Die Wissenschaft gewinnt ihre Geschlossenheit und Sicherheit durch dieses Vorgehen.
- 13) Wo aber kommen die Axiome her? Aus einer besonderen Form der vernünftigen Einsicht, die durch richtige Beobachtung und deren Verallgemeinerung gewonnen wird. Durch wiederholte Beobachtung erhalten wir Einsicht in allgemeingültige Prinzipien und Wesensmerkmale der Dinge, die ihr Verhalten und ihre Wechselwirkung regeln.
- 14) Das Humesche Induktionsproblem war Aristoteles fremd. Man kann aber sagen, dass er es durch seine Idee einer durch Erfahrung möglichen „Wesenserkenntnis“ gewissermaßen abschneidet. Eine Lösung ist das natürlich nicht.
- 15) Aristoteles hatte keine Veranlassung, zwischen der Mathematik und den Naturwissenschaften zu unterscheiden. Die Geometrie, als Wissenschaft vom Raum, gewinnt ihren Gehalt durch bestimmte Anschauungen, die zu Grundprinzipien verallgemeinert werden können, aus denen dann alles über das betreffende Gebiet abgeleitet wird. So auch die (übrigen) Naturwissenschaften. Der scharfe Unterschied, den wir aus mehreren Gründen zwischen der Mathematik einerseits und den Natur- oder Erfahrungswissenschaften andererseits machen, ist eine Errungenschaft erst des 19. Jahrhunderts.
- 16) Für die Aristotelische Methodologie ist kennzeichnend einerseits der „Sprung“ von elementaren Beobachtungen zu allgemeinsten Prinzipien, ohne Zwischenschritte, andererseits die passive, rezeptive Herangehensweise. Das Wesen der Dinge enthüllt sich in ihrem spontanen Verhalten unter natürlichen Bedingungen,
- 17) nicht aber in künstlichen Umständen, wo die Dinge durch Eingriffe gezwungen werden können, sich *wider ihre Natur* zu verhalten. Was man dort beobachtet, kann die Naturerkenntnis bloß verwirren. Aristoteles

macht einen scharfen Gegensatz zwischen „Natur“ (physis) und „Kunst“ (techne).

- 18) Francis Bacons (1561–1626) harsche Kritik an „dem Philosophen“ in beiderlei Hinsicht (im „Novum Organon“). Wir müssen *gründlich* und *umfassend* beobachten, dann *vorsichtig* verallgemeinern und *schrittweise* zu den obersten Prinzipien aufsteigen, dabei in jedem Schritt alle möglichen Alternativen, wie es sein könnte, durch geeignete „Entscheidungsexperimente“ (experimenta crucis) ausscheiden (eliminative Induktion).
- 19) Dabei müssen wir uns durch die „Eingeweide der Natur“ (viscera naturae) hindurcharbeiten, und von ihr Antworten auf spezifische Fragen durch gezieltes Herstellen der von uns gewünschten Konstellation erzwingen. Es hat keinen Sinn zu hoffen, die Natur werde diese Antworten von selber geben. Die natürlich-künstlich-Unterscheidung, die für die Aristotelische Naturerkenntnis maßgeblich war, ist hinfällig.
- 20) In der frühen Neuzeit, der Renaissance, ermöglicht diese von Bacon nur am deutlichsten artikulierte Einstellung die Aufnahme der „mechanischen Künste“ in die etablierten Wissenschaften. Für eine kurze Zeit schließt sich die Kluft zwischen Kunst, Technik und Wissenschaft (jeweils im heutigen Sinne genommen).
- 21) Die neuzeitliche Naturwissenschaft ist durch die Bedeutung des Experiments auf das Engste mit dem technischen Fortschritt verschränkt. In der Antike schritt die Wissenschaft dagegen unabhängig von technischen Innovationen, die es natürlich auch gab, fort.
- 22) Einerseits steckt in den experimentellen Apparaturen jede Menge wissenschaftliches Wissen, ohne das man sie weder bauen noch die mit ihrer Hilfe gewonnenen Beobachtungsergebnisse deuten könnte. Andererseits schreitet die Wissenschaft eben sehr wesentlich nur mithilfe von Experimenten fort.
- 23) Viele der modernen wissenschaftlichen Theorien betreffen darüber hinaus Phänomene, die ohne sehr anspruchsvolle Apparaturen für uns gar nicht zugänglich wären. Diese schließen ganze Welten für uns auf, vor allem den physikalischen, chemischen, biologischen Mikrokosmos.

- 24) Es handelt sich also gar nicht mehr um Alltagsphänomene, die erklärt werden, sondern um solche, deren Erzeugung bereits jede Menge Wissenschaft und Technik voraussetzt. So ändert oder erweitert die Technik den Gegenstandsbereich der Wissenschaft gewaltig durch Erzeugung der Phänomene und produktive Instrumente.
- 25) Gleichzeitig ist mit dem experimentellen Aufbau die Anwendung oft nah. Alle die Anwendungen, die unser Leben so nachhaltig prägen: Atomenergie, Elektronik aller Art, Medikamente, Gentechnik haben mit dem Eindringen der Wissenschaft in Mikrokosmen zu tun, mit ihrer Aufschlüsselung durch technische Instrumente, in deren Konzeption und Konstruktion wiederum jede Menge wissenschaftliches Wissen eingeht.
- 26) Die neuzeitliche Naturwissenschaft schreitet also Hand in Hand mit der Technik voran, und damit Hand in Hand mit Anwendungen, im Gegensatz zur antiken. Ein zweites Unterscheidungsmerkmal ist die durchgreifende Mathematisierung: Physikalische Prozesse werden mathematisch modelliert und *dadurch* berechenbar. Auch diese ist für die meisten der genannten Anwendungen nötig.
- 27) Diese Merkmale zusammen erklären die weltverändernde Kraft der neuzeitlichen Naturwissenschaften. Das neueste in dieser Richtung: Computersimulation, am Computer designte Stoffe. Naturwissenschaftliche Theorien, extrem avancierte Mathematik und ebensolche Technik auf engstem Raum.
- 28) Geschick und Kreativität eines Naturwissenschaftlers können sich sowohl im theoretischen Bereich zeigen (Ausdenken fruchtbarer Hypothesen, mathematische Versiertheit) als auch im praktischen (Ersinnen von Experimenten, Herstellung dazu nötiger Instrumente, genaues Beobachten, sorgfältiges Ausscheiden möglicher Fehlerquellen). Die Heroen der frühneuzeitlichen Physik – Galilei, Kepler, Newton und andere – vereinigten diese Eigenschaften.
- 29) Die Bedeutung der Mathematik für die Naturerkenntnis wurde sowohl von Aristoteles als auch von Bacon verfehlt. Dass das „Buch der Natur in mathematischen Lettern geschrieben“ sei, dass physikalische oder allgemein Natur-Gesetze oder basale Prinzipien einer Wissenschaft mathematische Form annehmen müssen, ist vielmehr ein an Platon

erinnernder Gedanke. Bacon hatte für die aus heutiger Perspektive bedeutendsten wissenschaftlichen Leistungen seiner Zeit (Galilei, Kepler) daher nur wenig Verständnis.

- 30) Mit diesem Merkmal hängt eine weitere Merkwürdigkeit zusammen, die in ihrer Bedeutung kaum überschätzt werden kann. Die besagten in der Sprache der Mathematik formulierten Gesetzmäßigkeiten erschließen sich nicht, wenn man mit der Beobachtung *zu nah* an den Phänomenen ist. Man sieht dann gewissermaßen den Wald vor Bäumen nicht. Man muss vielmehr einen und meist mehr als einen Schritt zurücktreten und die Beobachtungsdaten in einem bestimmten und dem Alltagsdenken typischerweise fremden Licht interpretieren, damit sich die „Prinzipien“ enthüllen.
- 31) So ist die spätmittelalterliche, im weiteren Sinne Aristotelische Impetustheorie der Bewegung viel näher an unseren Alltagserfahrungen als der Trägheitssatz. Und das Galileische Fallgesetz erfordert den Blick auf das Medium als Widerstand leistend und den „freien Fall“ hemmend. Um von der ruhenden versus der bewegten Erde zu schweigen. Es sind ungewohnte Interpretations- und Abstraktionsleistungen nötig, um die Erscheinungen auf diese Weise theoretisch zu fassen.
- 32) Dagegen ist die Aristotelische Naturwissenschaft die Naturwissenschaft des gesunden Menschenverstandes. Er wählt dem Alltagsdenken einleuchtende Phänomenbeschreibungen. Dass solche nicht weit tragen und dass Beobachtungen bei der „Prinzipienerkenntnis“ sogar verwirren können, weil sie *oberflächlich* sind, ist wiederum ein platonischer Gedanke.
- 33) Sowohl Bacon wie besonders Aristoteles unterschätzen das Ausmaß, in dem man in der empirischen Wissenschaft von der Erfahrung (wie sie sich uns zunächst darbietet), der „Oberfläche“, *weg* muss, oder wie stark man theoretische Sichtweisen und Ideen an die Erfahrung herantragen muss, um sie für die Entdeckung der Grundprinzipien einer Wissenschaft fruchtbar zu machen.
- 34) Diese Grundprinzipien stellen sich dann oft als unerwartet und geradezu Schwindel erregend dar. Weder die physikalischen Theorien der frühen Neuzeit, schon gar nicht die heutigen, aber auch nicht z.B. die

Evolutionstheorie, noch die damit jeweils zusammenhängenden Mikro- und Makrokosmen stellen sich als etwas dar, das aus unseren alltäglichen Anschauungen erwächst, wenn diese nur mit sorgfältiger (und ggf. auch eingreifender) Beobachtung kombiniert werden. Vielmehr hat uns die Wissenschaft gelehrt, über vieles grundsätzlich umzudenken. Ihre Anwendungserfolge und weltverändernden Wirkungen hängen gerade mit diesem Merkmal zusammen.

- 35) Für die neuzeitliche Naturwissenschaft ist also nicht bloß die Verschränkung mit der Technik in der experimentellen Methode und die durchgreifende Mathematisierung charakteristisch, sondern drittens auch ein Weggehen von Alltagserfahrungen, von der Oberfläche der Dinge.
- 36) Die „analytisch-synthetische Methode“, bei der ein Phänomen zunächst in (vergleichsweise einfache und daher besser zu behandelnde) Einzelteile oder Komponenten zerlegt wird, um dann die Eigenschaften des Ganzen aus denen der Teile und der Art und Weise ihrer Interaktion abzuleiten, ist ein viertes, mit den genannten zusammenhängendes Charakteristikum der neuzeitlichen Naturwissenschaft. Für die Zergliederung, Analysis, oder Resolution ist das *Experiment* häufig unverzichtbar; die Synthesis oder Komposition oder Ableitung der Eigenschaften des Ganzen geschieht dann durch Zusammensetzungs-, Überlagerungs- oder Summen-Gesetze, bei denen die *Mathematik* zum Zuge kommt.
- 37) Dabei ist die *Natur* der Komponenten und mit ihr die Art und Weise, wie die vertrauten Phänomene durch sie erklärt werden, zunächst ganz offen, und damit auch, mit welchen (Grund-)Begriffen die Wissenschaft eines Sachgebietes letztlich operiert. Wie man die Phänomene zu konzeptualisieren hat, ist nicht durch sie selber vorgegeben.
- 38) Daher haben wir heute nicht mehr den Eindruck, dass es einen methodisch geregelten Weg von der Beobachtung zur Theorie gibt. Weder die Aristotelische noch die Baconische Induktion liefern einen solchen – egal, ob man wie Aristoteles direkt oder wie Bacon allmählich und durch viele Schritte vermittelt von Beobachtungen zu obersten Prinzipien aufsteigen will.