Wissenschaft – was ist das?

Die Methode ist entscheidend: Hypothese, Überprüfung, Verbesserung

Dirk Winkler

Aufgrund der Corona-Krise steht die Wissenschaft aktuell so sehr im gesellschaftlichen Fokus wie noch selten zuvor. Zudem steht sie ungerechtfertigt in der Kritik. Ein Großteil der Kritik beruht auf zwei grundsätzlichen Missverständnissen. Zum einen werden Wissenschaftler und Wissenschaft oft gleichgesetzt und verwechselt. Und zum anderen fehlt es zuweilen an einem Verständnis, was man unter Wissenschaft versteht und wie sie funktioniert.

Menschen, die mit der Wissenschaft in ihrem alltäglichen Leben wenig bis nichts zu tun haben, übertragen das, was sie von Wissenschaftlern hören, sehen und lesen, in ihre eigene gewohnte Erlebnis- und Erfahrungswelt. Dabei kommt es fast zwangsläufig zu falschen Annahmen über Wissenschaft, was sie leistet und was sie leisten kann.

Begünstigt werden die Fehlannahmen dadurch, dass in beiden Welten, der Welt der Wissenschaft und der Welt des gesellschaftlichen Alltags, zwar zum Teil die gleichen Begriffe verwendet werden, aber sie in den beiden Welten vollkommen unterschiedliche Bedeutungsinhalte haben. Als Beispiel sei hier bereits der Begriff der Theorie genannt, auf den noch zurückzukommen ist.

1. Was also ist Wissenschaft?

Wissenschaft ist etwas, das Wissen schafft. Damit ist sie erst einmal nur eine Methode, die Wissen hervorbringt. Sie ist ausdrücklich keine Weltanschauung.

Gleich am Anfang der Auseinandersetzung mit Wissenschaft unterscheidet sich das Alltagsverständnis des Begriffs „Wissen“ von der Bedeutung, die er in der Wissenschaft hat.

Im Alltagsverständnis ist Wissen etwas, das sehr vieles umfassen kann. Ob das Wissen im Wortsinn wahr ist oder nicht, spielt dabei oft nur eine untergeordnete bis gar keine Rolle (hier und im Folgenden wird der Begriff „wahr“ mit „die beobachtete Realität korrekt beschreibend“ gleichgesetzt). Oft wird Wissen gesellschaftlich ausgehandelt und man einigt sich auf das, was als wahr gilt. Ganze „Wissenszweige“ basieren auf dieser unbestimmten Anwendung des Begriffs von Wissen.

1.1 Wissen ist vorläufig

In der Wissenschaft ist Wissen zunächst etwas, von dem man annimmt, dass es wahr ist. Diese Annahme lässt immer mit zu, dass es auch nicht wahr sein kann. Wissen ist in der Wissenschaft immer nur vorläufiges Wissen.

Wissen wird als etwas Graduelles verstanden, dem man umso mehr Vertrauen in seine Wahrhaftigkeit entgegenbringt, je erprobter es ist.

2. Woher kommt das Vertrauen der Wissenschaft in das von ihr geschaffene Wissen?

Die Wissenschaft basiert auf der wissenschaftlichen Methodik. Sie ist zum einen der Prüfstein für das erforschte Wissen, zum anderen bringt ihre konsequente Anwendung mit sich, dass man der Wahrheit so nahekommt, wie es eben mit den aktuellen Möglichkeiten erreichbar ist.

2.1 Entscheidend: Die wissenschaftliche Methodik

Wissenschaft ist die Anwendung der wissenschaftlichen Methode zur Erkenntnisgewinnung. Ohne alle Aspekte und Verästelungen der wissenschaftlichen Methode und deren Selbstverständnis aufzählen zu wollen, seien die wichtigsten Prinzipien hier genannt:

- Da die wissenschaftlich betrachteten Objekte, Funktionen und Vorgänge oft zu komplex sind, um sie als Ganzes zu erfassen, geht die Wissenschaft **reduktionistisch** vor, das heißt sie reduziert die Komplexität des zu untersuchenden Gegenstandes, um bestimmte Aspekte fassen zu können. Sprich:

Der Autor:
Dirk Winkler ist Vorsitzender der gbs Rhein-Neckar e.V., einer Regionalgruppe des Fördervereins der Giordano-Bruno-Stiftung (gbs). Die gbs vertritt die Position des evolutionären Humanismus und setzt sich für die Werte der Aufklärung ein. Der evolutionäre Humanismus ist eine humanistische Weltanschauung naturalistischer Prägung. Sie sieht den Menschen als Teil eines umfassenden Evolutionsprozesses. Mitwirkende an dem Artikel waren: Dr. Karl-Heinz Büchner, Marianne Mauch, Rolf Kickuth und Dr. Angela Lahee.

Sie untersucht oft zunächst nur Teile eines größeren Ganzen. Letztendlich hat die Wissenschaft das Ziel, das Ganze zu erfassen. Dem nähert sie sich, indem sie ihr Wissen zu den Teilen nach und nach mehrt, bis sie in der Lage ist, auch eine Aussage über das Ganze zu treffen.

- Die Wissenschaft beruht auf oftmals **vereinfachten Modellen**, um ein Thema fassbar zu machen. Diese Modelle dürfen daher nicht mit der Wirklichkeit verwechselt werden, da sie manche Einflüsse der Realität ausblenden.
- Zu den wichtigsten Instrumenten der wissenschaftlichen Methode gehören die Formulierung klarer, zu prüfender **Hypothesen, kontrollierte Experimente, Tests, Proben und Studien**.
- Ausgangspunkt vieler wissenschaftlicher Fragestellungen sind **Spekulationen**. Insbesondere in den Lebenswissenschaften, wo die Systeme so komplex sind, dass sauber definierte Fragestellungen oft aus Unkenntnis der Einflussgrößen nicht vorliegen. Auf Basis von Spekulationen werden aber ausdrücklich keine Aussagen getroffen, die für sich in Anspruch nehmen, den tatsächlichen Sachverhalt korrekt zu beschreiben.
- Sie können aber, zum Beispiel nach Reduktion der Komplexität durch Auswahl eines geeigneten, der Untersuchung zugänglichen Teils des komplexen Systems, in die Formulierung von **überprüfbaren Hypothesen** münden. Hypothesen (wörtlich: „Unterstellungen“) sind aus noch ungenauen Beobachtungen und Vermutungen über ihre Zusammenhänge heraus formulierte, postulierte Vorgänge mit entsprechenden resultierenden Zuständen. Damit eine Hypothese überhaupt als solche anerkannt werden kann, muss ein Erklärungsmodell vorliegen, das unabhängig vom Ursprungsvorgang weitere Vorgänge, Zustände oder Abläufe erklären kann.
- Ob eine Hypothese zutrifft, wird meist mittels **Experiment** überprüft. Für Fragestellungen, die nicht mithilfe von Experimenten untersucht werden können, sind randomisierte, kontrollierte doppelblinde Studien mit einem möglichst großen, für die zu untersuchende Fragestellung statistisch relevanten Stichprobenumfang (Patientenzahlen, Wiederholungs- oder Parallelmessungen etc.) der Untersuchungsweg, der die aussagekräftigsten und belastbarsten Ergebnisse liefert. Solche Herangehensweisen sind vor allem in der medizinischen Forschung das Vorgehen der Wahl, um zum Beispiel die Wirksamkeit eines neuen Arzneistoffs oder eines neuen therapeutischen Vorgehens mit bereits bekannten Wirkstoffen oder Therapieschemata zu vergleichen.
- Im allgemeinen Sprachgebrauch wird unter Theorie eine unbewiesene Behauptung verstanden beziehungsweise eine Vorstellung, wie ein Vorgang oder Mechanismus funktionieren könnte, ohne dass gezeigt wird, dass dies wirklich der Fall ist. Schlimmer noch, zuweilen wird das Wort als Synonym für etwas verwendet, was zwar auf dem Papier, nicht aber in der Praxis funktioniert. Das trifft nicht für wissenschaftliche Theorien zu. Im Gegenteil: Erst mit der reproduzierbaren (wiederholbaren) Vorhersage von bisher nicht bekannten Abläufen und ihrer Bestätigung wird in der Wissenschaft aus einer

Früher kannte man keine Wissenschaft und erklärte die Welt nach eigenem Verständnis. Daher hatte dies mit Wissenschaft nichts zu tun: Nach der Vier-Elemente-Lehre besteht alles Sein in bestimmten Mischungsverhältnissen aus den vier Grundelementen bzw. „Essenzen“ oder „Wurzelkräften“ „Erde“, „Wasser“, „Luft“ und „Feuer“. Diese Lehre wurde schon von griechischen Philosophen um 500 v.Chr. aufgestellt. Auch in der Alchemie des späten Mittelalters und der frühen Neuzeit spielen die vier Elemente und die Quintessenz als fünftes Element eine wesentliche Rolle. Die Quintessenz wurde von Aristoteles angenommen und Äther genannt. Aristoteles ordnete den vier Elementen je zwei Grundeigenschaften zu (trocken oder feucht, warm oder kalt) und stellte ihnen ein neues, weiteres Element gegenüber. Die vier irdischen Elemente sind nach Aristoteles veränderlich und können sich auch ineinander umwandeln. Dagegen war das fünfte Element – der himmlische „Äther“ jenseits des Mondes – unwandelbar und zeitlos. Nach dem maßgeblich durch Paracelsus im 16. Jahrhundert formulierten mittelalterlichen Volksglauben stehen den vier Elementen jeweils bestimmte Geistwesen vor, die in diesem Zusammenhang auch als Elementarwesen bezeichnet werden: Naturgeister (Erdgeister) oder Gnomen; Wassergeister oder Undinen; Luftgeister oder Sylphen; Feuergeister oder Salamander. Die Vier-Elemente-Lehre war bis ins 17. Jahrhundert hinein bestimmend für die Chemie, die bis dahin Alchemie genannt wurde. Erst Robert Boyle leitete eine Entwicklung ein, die zum heutigen Elementbegriff (Chemisches Element im Gegensatz zum früheren, als „Element“ bezeichneten philosophischen Prinzip) im Periodensystem der Elemente führte. Das Bild ist eine Allegorie auf die Vier-Elemente-Lehre, die der florentinische Maler Jacopo Zucchi um 1575 schuf.

Hypothese eine Theorie. **Als Theorie bezeichnet man ein System wissenschaftlich begründeter Aussagen**, mit dem Ausschnitte der Realität und die zugrundeliegenden Gesetzmäßigkeiten beschrieben, Prognosen über die Zukunft erstellt werden können oder erklärt werden kann, wie sich ein vorgefundener Endzustand aus bekannten Vorstufen heraus entwickelt hat.

- Ein bekanntes Beispiel für eine wissenschaftliche Theorie ist Albert Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie. Wie die Evolutionstheorie ist auch die Allgemeine Relativitätstheorie nicht final zu beweisen, sie wären beide allerdings durch einen einzigen Befund, der nicht mit diesen Theorien zu erklären ist, zu widerlegen (falsifizieren). Die Falsifikation wird zwar berechtigterweise fortlaufend versucht, ist aber bislang noch nicht gelungen, was für die Qualität dieser Theorien spricht. **Jede Theorie ist eine gehärtete Hypothese** und damit nicht davor gefeit, angegriffen oder gestürzt werden zu können.
- **Hypothesen und Theorien müssen Entwicklungsergebnisse vorhersagen**, die überprüfbar sind. Nicht jede Behauptung oder Annahme ist widerlegbar. Prinzipiell nicht widerlegbare Annahmen sind nicht Gegenstand der Wissenschaft.
- **Falsifizierungsversuche** gegenüber Hypothesen und Theorien sind ausdrücklich erwünscht und Gegenstand der wissenschaftlichen Arbeit.
- Etwas zu widerlegen ist ebenfalls ein Zugewinn an Wissen, nämlich dem Wissen, dass etwas nicht wahr ist.
- Die Wissenschaft wird von Wissenschaftlern betrieben, die als Menschen den gleichen emotionalen und mentalen Limitierungen unterliegen wie Nichtwissenschaftler. Die Interpretation der Daten, die im Rahmen von Experimenten oder Studien erhoben wurden, bietet immer einen gewissen Spielraum. Wissenschaftler bedienen sich der Erkenntnistheorie; diese befasst sich mit den Voraussetzungen für Erkenntnis und für das Zustandekommen von Wissen. Damit versuchen die Wissenschaftler, ihre biologischen, soziologischen, methodischen und logischen Grenzen bei der Erkenntnisgewinnung zu berücksichtigen und so Fehlinterpretationen nach Möglichkeit zu vermeiden, ohne sie in allen Einzelfällen ausschließen zu können. Als Korrektiv gegen einzelne Fehlinterpretationen gilt die Gemeinschaft aller Wissenschaftler, die Aussagen, Befunde und Behauptungen immer wieder überprüft. Dies geschieht bei wissenschaftlichen Arbeiten durch "Peer Review", das heißt durch die Durchsicht der Arbeit von anderen Wissenschaftlern, die auf dem Gebiet arbeiten.
- **Paradigmenwechsel** sind in der Wissenschaft normale Stufen des Erkenntnisfortschritts. In der Wissenschaftsgeschichte kam es immer wieder zu kleinen und großen Korrekturen. Damit ist auch in Zukunft zu rechnen. Sehr oft werden korrekte Beschreibungen der Wirklichkeit aber lediglich um neue Erkenntnisse erweitert. So beschreibt das Newtonsche Modell nur einen Teil der möglichen Situationen (für die es ausreichend genau bleibt, um weiterhin genutzt zu werden), wohingegen Einsteins Theorie erst bei sehr hohen (lichtnahen) Geschwindigkeiten und sehr großen Massen sinnvoll einzusetzen ist, um bestimmte Eigenschaften der Materie und des Raums zu beschreiben.
- **Bescheidenheit** (im Sinne von Aussagekraft und Beschränkungen der eingesetzten Modelle) ist eine wesentliche Eigenschaft der wissenschaftlichen Methode. Man ist sich in der Wissenschaft darüber einig, dass man vieles noch nicht erklären kann, weil für ein umfängliches Verständnis bestimmter Dinge das aktuell zur Verfügung stehende Wissen einfach noch nicht ausreicht. Für die Dinge, über die man noch kein Wissen hat, setzt man keine haltlosen Annahmen in die Welt, sondern hält es schlicht aus, dass man bestimmte Dinge eben noch nicht weiß. **Die wissenschaftliche Methode ist universell**; sie kann auf jede beliebige falsifizierbare Fragestellung angewendet werden.

Wissenschaft ist nicht das Kollektiv aller Wissenschaftler, von denen der eine dies sagt und der andere das. Wissenschaftler sind wichtig und unverzichtbar. Sie sind aber auch ein fehleranfälliger Bestandteil eines Anwendungsprozesses der wissenschaftlichen Methode.

Sich widersprechende Aussagen von Wissenschaftlern heben sich nicht einfach gegeneinander auf, auf dass eine Beliebigkeit der Aussage zurück bleibt. Im Zweifel muss man sich die Mühe machen zu prüfen, welcher Wissenschaftler mit welcher Aussage richtig liegt. So entsteht ein Common Sense (vernünftige Übereinkunft) unter der Mehrzahl der Wissenschaftler.

Wesentlich für das Verständnis der Wissenschaft ist es, dass man versteht, wie die wissenschaftliche Methode funktioniert, um zu (vorläufigen) Erkenntnissen zu kommen.

3. Selbstverständnis und Kritik in der Wissenschaft

Nicht nur die wissenschaftliche Methode an sich ist ein bestimmendes Wesensmerkmal der Wissenschaft. Auch die Art der Arbeit zur Gewinnung von Wissen und das Selbstverständnis der Wissenschaft unterscheiden sich wesentlich von dem, wie Menschen im sozialen, politischen und wirtschaftlichen Kontext miteinander umgehen.

Gelten im nichtwissenschaftlichen Umgang miteinander, namentlich in der Politik oder der Wirtschaft, Meinungsänderungen als Schwäche und Indiz für eine (vermeintliche) Inkompetenz, macht genau das die Stärke der Wissenschaft aus. Werden neue Er-

Die wissenschaftliche Methodik in einem Comic leicht verständlich gemacht (Autoren: siehe Grafik rechts; Übertragung ins Deutsche: RK).

kenntnisse gewonnen, die andere Schlussfolgerungen zulassen, so ändert sich hier selbstverständlich die Auffassung zu einem Sachverhalt, um der Wahrheit so nah wie möglich zu kommen.

Kritik wird in der Wissenschaft als notwendiges Mittel gesehen, um Wissen zu prüfen und zu verbessern. Kritik kann dazu führen, dass ein Irrtum beseitigt wird, was das Kernanliegen der Wissenschaft ist. Daher wird Kritik ausdrücklich begrüßt und aktiv dazu aufgefordert, Kritik zu üben.

Anders ist es in der Gesellschaft: Hier wird Kritik, wenngleich zwar grundsätzlich ebenfalls erlaubt, notwendig und nützlich, zumeist auch als sozialer Angriff und als Infragestellung der eigenen Position empfunden und oft deswegen nicht gerne gesehen.

3.1 Wissen, nicht gesichertes Wissen und Nichtwissen unterscheiden

In der Wissenschaft wird Wissen, nicht gesichertes Wissen und Nichtwissen fein unterschieden. Aussagen zu Nichtwissen (Spekulationen) werden vermieden und zu nicht gesichertem Wissen unter ausdrücklichen Vorbehalt gestellt.

In der Wissenschaft wird Nichtwissen ausgehalten, aber als Ansporn genommen, Wissen zu erwerben. Die Aussage, "das wissen wir nicht", ist nicht negativ belegt. Im Gegenteil wird eine präzise Beschreibung dessen, was man nicht weiß und zu wissen wünscht, wertgeschätzt. Auch auf Ebene des Einzelnen darf dazu gestanden werden, wenn etwas nicht gewusst wird, obwohl Wissen zu dem Thema existiert. Denn angesichts des zur Verfügung stehenden Wissens ist es schlicht nicht möglich, dass alles Wissen bei einem Einzelnen jederzeit gegenwärtig ist.

Ganz anders in der Politik, der Wirtschaft und der Gesellschaft. Einzuräumen etwas nicht zu wissen, zieht oft einen Verlust von Ansehen und Einfluss nach sich. Ansehen und Einfluss gewinnt hingegen derjenige, der zwar genauso wenig oder sogar noch weniger weiß, dafür aber umso selbstbewusster eine starke Behauptung aufstellt.

Die Gesellschaft, beziehungsweise Einzelne oder Gruppen, füllen mit Vorliebe Wissenslücken mit zum Teil frei erfundenen Annahmen und Behauptungen. Aus Gewohnheit wird keine Fragestellung unbeantwortet gelassen. Da ist die gesellschaftliche Ungeduld gegenüber der Wissenschaft groß. Statt wissenschaftliche Antworten abzuwarten, werden Antworten auf dem Meinungsmarkt feilgeboten, auf dass Mehrheiten nach Geschmack entscheiden, was wahr sein könnte.

In der gesellschaftlichen Wirklichkeit ist es immer wieder notwendig, Entscheidungen auch vor dem Hintergrund von Nichtwissen oder nicht gesichertem Wissen zu treffen. So können sich Entscheidungen im Nachhinein als falsch herausstellen und machen die Entscheidungsträger sozial angreifbar. Der Wunsch, sich mit wissenschaftlicher Expertise zu schützen, ist daher verständlich. Da die Wissenschaft allerdings nicht zu jeder Zeit und in allen Fällen Expertise bereitstellen kann, ist der einzige Weg, Enttäuschungen und ungerechtfertigte Kritik zu vermeiden, der, dass die Gesellschaft versteht, wie Wissenschaft funktioniert.

Die Gesellschaft muss anerkennen, dass falsche oder nicht optimale Entscheidungen, die in bestimmten Fällen auf Basis von nicht gesichertem Wissen getroffen werden mussten, zwar nicht frei von Kritik zu stellen sind; mit diesen muss aber im Nachhinein fair umgegangen werden. Wie der Volksmund sagt: "Hinterher ist man immer schlauer."

Richtig ist auch, dass die Sprache der Wissenschaft nicht immer leicht zu verstehen ist. Da sind die Begriffe, die einen unterschiedlichen Bedeutungsinhalt haben, mehr noch, die sogar in unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen unterschiedliche Bedeutungen haben. Da gibt es Fach- und Fremdwörter. Das alles dient der präzisen Aussage in der Wissenschaft, hilft aber nicht dem Verständnis, wenn man damit nicht vertraut ist. Forderungen, sich bei der Vermittlung von Erkenntnissen der Wissenschaft einer einfachen Sprache zu bedienen, sind daher berechtigt. **Kommunikation über wissenschaftliche Themen** sollte komplizierte Zusammenhänge verständlich darstellen. Eventuell muss dafür vereinfacht werden, ohne dabei jedoch zu verfälschen.

Wissenschaft ist nicht einfach. Daher ist es auch nicht einfach, ihre komplizierten Zusammenhänge verständlich darzustellen. Zunehmend gibt es oft interaktiv zu erfahrende Wissenschaftsausstellungen und -museen, die einen intuitiven Zugang zu solchen Themen zu vermitteln versuchen – indem man Planetenwege abläuft (hier im Museo de la ciencia y el cosmos in La Laguna, Teneriffa), Zentrifugalkräfte spürt, optische Täuschungen enttarnt. Junge Menschen können so vielleicht von manchen wissenschaftlichen oder auch technischen Fachbereichen inspiriert werden, um später selbst als Wissenschaftler zu arbeiten, womöglich so auch globalen und kosmischen Katastrophen zu entgehen: Stephen Hawking war kritisch gegenüber der Menschheit eingestellt: „Unsere einzige Chance für ein langfristiges Überleben besteht darin, in den Weltraum zu expandieren", war seine Überzeugung, die in dem Museum in Teneriffa in Neonschrift zu lesen ist (Foto: Kickuth).

3.2 Ergebnisse: neutral und wertfrei

Die Wissenschaft an sich ist in Bezug auf die Ergebnisse, die sie liefert, neutral und wertfrei. Eine Bewertung und eine reale Bedeutung bekommen die Ergebnisse von der Gesellschaft und den einzelnen Menschen durch das, was sie mit den gewonnenen Erkenntnissen machen.

Wissenschaft ist ein System, das logisch kausale Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten in Natur, Technik und Denken allgemein aufdeckt, darauf aufbaut und ebenso logisch weiterentwickelt.

Die Wissenschaft ist das mächtigste Instrument, das wir Menschen haben. Klug eingesetzt verbessert es unser Leben und kann unsere Lebensgrundlagen dauerhaft erhalten. Wissenschaft ist der zuverlässigste Weg, sich der Wahrheit zu nähern, wenn man die großen und kleinen Menschheitsfragen stellt, nach dem Wie, Woher und Wohin. Ein Warum hingegen ist in der Wissenschaft so gegenstandslos wie die Frage nach einem Sinn, weil "warum" einen Sinn impliziert, auch wenn er nicht existiert. Fragen nach dem "Warum" sind zwar sehr menschliche Fragen, aber keine wissenschaftlichen.

In der Entwicklung der Menschheit ist die moderne Wissenschaft relativ spät in Erscheinung getreten. Bevor die Wissenschaft sich zu dem entwickelt hat, was sie heute ist, haben wir Menschen uns schon sehr lange zuvor mit der Welt, in der wir leben, auseinandergesetzt. Wissen wurde schon immer geschaffen, Wissen von dem, was funktioniert und was nicht. Darin haben wir Menschen es zum Teil zu großer Kunstfertigkeit gebracht. Aber das meiste "Wissen" war über die längste Zeit der Menschheitsgeschichte Spekulation, Irrtum oder Fehlannahme.

4. Fazit: Beeindruckende Ergebnisse mit Verbesserungspotenzial

Wissenschaft heute erlaubt Fehler, aber sie korrigiert diese durch logische Überlegungen, erweiterte Beobachtungen und Experimente. In der Summe sind die erlangten wissenschaftlichen Erkenntnisse beeindruckend und stehen meist auf einem soliden Wissensfundament, von dem man ausgehen kann, dass es in weiten Teilen Bestand haben wird, auch wenn es ständig verfeinert, gestärkt und ergänzt wird. ⏭

CLB als Jahrgangsbuch gebunden oder eine Einbanddecke bestellen

Der Verlag Rubikon bietet weiterhin an, die Zeitschrift CLB binden zu lassen bzw. Einbanddecken zum Binden zu liefern. Auskünfte darüber erfragen Sie bitte unter service@clb.de