

Weiterbildender Masterstudiengang »Bildung und Nachhaltigkeit«

Leseprobe Fernstudienlehrbrief

Konstantin von Freytag-Loringhoven

Wissenschaftstheoretische Grundlagen

GEFÖRDEBT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



EUROPÄISCHE UNION

Wissenschaftstheoretische Grundlagen

Konstantin von Freytag-Loringhoven

Impressum

Herausgeber:
Universität Rostock
Wissenschaftliche Weiterbildung
2015

Erarbeitet von:
Dr. Konstantin von Freytag-Loringhoven
Bundesamt für Familie und zivilgesellschaftliche Aufgaben (BAFzA)
Leiter des Bildungszentrums Sondershausen
Panzerstraße 1
99706 Sondershausen

Druck: ITMZ

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	6
1 Was ist Wissenschaft?.....	7
1.1 Hinterfragen einer Behauptung als Alltagspraxis	7
1.2 Was ist der Unterschied von Alltagswissen und Wissenschaft?	8
1.3 Was ist Wahrheit?	10
1.4 Warum Wissenschaftstheorie?.....	11
1.5 Fragen zum Abschnitt 1	11
1.5.1 Rekapitulationsfragen	11
1.5.2 Reflexionsfragen	11
2 Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens	12
2.1 Standpunkte der Wissenschaft	12
2.2 Klassische Logik	12
2.3 Logik als grundlegende Strukturwissenschaft der Mathematik	14
2.4 Wissenschaftssprache und Mathematisierung.....	14
2.5 Fragen zum Abschnitt 2	15
2.5.1 Rekapitulationsfragen	15
2.5.2 Reflexionsfragen	15
3 Generierung von Erkenntnissen	16
3.1 Intersubjektiv nachvollziehbare Begründungen (nach TOULMIN)	16
3.2 Induktion.....	17
3.2.1 Die Induktion (nach MILL).....	17
3.2.2 Das Induktionsproblem (nach HUME)	20
3.3 Die Nutzung von Theorien (nach POPPER)	20
3.3.1 Auflösung des Induktionsproblems	20
3.3.2 Falsifikation von Hypothesen	21
3.4 Fragen zum Abschnitt 3	23
3.4.1 Rekapitulationsfragen	23
3.4.2 Reflexionsfragen	23
4 Wandel und Wissenschaft	24
4.1 Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen (nach KUHN)	24
4.2 Austausch zwischen neueren und älteren Forschungsprogrammen (nach LAKATOS)	25
4.3 Gibt es einen Erkenntnisfortschritt in der Wissenschaft?	26
4.4 Fragen zum Abschnitt 4	27
4.4.1 Rekapitulationsfragen	27
4.4.2 Reflexionsfragen	27
5 Kommunikation zwischen den wissenschaftlichen Disziplinen.....	28
5.1 Die „zwei Kulturen“ der Wissenschaft	28
5.2 Ausgangspunkt zu den Problemen in der Lehrerbildung	28

6	Die Naturwissenschaften: Das Erklären	29
6.1	Kritischer Rationalismus oder rationaler Kritizismus? (nach POPPER).....	29
6.2	Logik der Forschung (nach ALBERT)	30
6.3	Das HEMPEL-OPPENHEIM-Schema	32
6.4	Der Konstruktivismus	33
6.4.1	Mathematischer Konstruktivismus	33
6.4.2	Der Baum des Lebens	33
6.5	Fragen zum Abschnitt 6	35
6.5.1	Rekapitulationsfragen	35
6.5.2	Reflexionsfrage	35
7	Komplexität und Chaostheorie	36
7.1	Der evolutionäre Zufall als Deutungsschema	36
7.2	Chaostheorie	37
7.3	Der komplextheoretische Ansatz.....	38
7.4	Fragen zum Abschnitt 7	39
7.4.1	Rekapitulationsfragen	39
7.4.2	Reflexionsfragen	39
8	Die Geisteswissenschaften: Verstehen	40
8.1	Historische und philologische Hermeneutik	40
8.2	Sozialforschung als phänomenologische Hermeneutik	41
8.2.1	Qualitative Sozialforschung.....	41
8.2.2	Rekonstruktive Sozialforschung.....	43
8.3	Der Diskurs: Kampf um Wahrheit.....	43
8.4	Fragen zum Abschnitt 8	44
8.4.1	Rekapitulationsfragen	44
8.4.2	Reflexionsfragen	44
9	Anwendung in der Bildungswissenschaft	45
9.1	Die bildungswissenschaftliche Perspektive	45
9.1.1	Pädagogisches Argumentieren (nach PASCHEN)	45
9.1.2	Bildungswissenschaft und ihre Nachbardisziplinen	46
9.1.3	Pädagogische Handlungsforschung	48
9.2	Die Vielzahl der Paradigmen in der Bildungswissenschaft	51
9.2.1	Bildungswissenschaft als gegenstandsbezogene Anwendung	51
9.2.2	Quantitative Methoden in der Erziehungswissenschaft	52
9.2.3	Qualitative Methoden in der Erziehungswissenschaft.....	53
9.3	Die Entscheidung für und gegen Methoden.....	56
9.3.1	Forschungsstrategien der Datengewinnung	56
9.3.2	Die Verbindung quantitativer und qualitativer Methoden.....	57
9.3.3	Das Verhältnis von Bildungstheorie und empirischer Forschung.....	58
9.4	Fragen zum Abschnitt 9	59
9.4.1	Rekapitulationsfragen	59
9.4.2	Reflexionsfragen	59

10	Hermeneutik in der sozialwissenschaftlichen Forschung	60
10.1	Objektive Hermeneutik (nach OEVERMANN).....	60
10.2	Theorieentwicklung aus Typenbildung	62
10.2.1	Quantitative Typenbildung durch Clusteranalyse.....	62
10.2.2	Dokumentarische Methode	63
10.3	Analyse mit den Mitteln der Typenbildung	64
10.3.1	Qualitative Inhaltsanalyse (nach MAYRING).....	64
10.3.2	Analyse von Dokumenten	65
10.3.3	Analyse von Interviews	67
10.4	Fragen zum Abschnitt 10	68
10.4.1	Rekapitulationsfragen	68
10.4.2	Reflexionsfragen	68
11	Konzeption einer eigenen Arbeit.....	69
11.1	Konzeption einer wissenschaftlichen Arbeit	69
11.2	Fragen zum Abschnitt 11	71
11.2.1	Rekapitulationsfragen	71
11.2.2	Reflexionsfragen	71
12	Bildung durch Wissenschaft	72
12.1	Entlarven von Irrtum und Lüge.....	72
12.2	Rationalitätsgebot und offene Gesellschaft (nach POPPER)	72
12.3	Fragen zum Abschnitt 12	73
12.3.1	Rekapitulationsfragen	73
12.3.2	Reflexionsfrage	73
13	Literaturverzeichnis	74
14	Abbildungsverzeichnis.....	79

VORWORT

Der vorliegende Lehrbrief soll einen Überblick über einige wissenschaftstheoretische Konzepte bieten, die für den Studiengang „Bildung und Nachhaltigkeit“ relevant erscheinen. Der spezifische Studiengang verlangt eine eigene Perspektive, welche die Gliederung vorgibt. Studieninhalte und Anwendungsperspektive der umweltpädagogischen Arbeit verlangen ein übergreifendes Verständnis verschiedener Wissenschaftskulturen, welches den sehr eigenen Charakter des interdisziplinären Fernstudienganges ausmacht:

1. der naturwissenschaftlichen Begründungszusammenhänge empirischer Argumentation, auf der die Umweltwissenschaften aufbauen;
2. der Chaostheorie und komplexitätstheoretischen Ansätze, mit denen man Umweltphänomene zu erfassen sucht;
3. der geisteswissenschaftlichen Methodik, die durch Deutung und Wertung dieses Wissens Handlungsanleitungen für die Zukunft gewinnen lässt;
4. der pädagogischen Perspektive der Vermittlung, die sich aus den verschiedenen Wissenschaftskulturen bedient.

Dieser Lehrbrief kann dabei kein Lehrbuch ersetzen, sondern verweist vielmehr auf die gut lesbaren Einführungswerke der Wissenschaftstheorie. In den Bibliotheken und Buchläden sind zahlreiche exzellente Übersichts- und Lehrbücher erhältlich. Diese Darstellungen sind auch hilfreich, da sie mit dem Anspruch einer allgemeinen Verständlichkeit die jeweiligen Überlegungen mit anschaulichen Beispielen illustrieren und in einen größeren Zusammenhang der verschiedenen Schulen einordnen. Selbstverständlich folgt auch der vorliegende Lehrbrief diesem Anspruch, doch ist sein Aufbau nicht auf Vollständigkeit hin angelegt.

Obgleich ein Großteil der Texte im Original auf Englisch verfasst wurden, sind sie hier in deutscher Übersetzung angegeben. Ausschnitte ausgewählter Originaltexte werden über Stud.IP den Studierenden zur Verfügung gestellt. Am Ende jedes Abschnitts werden Reflexionsfragen gestellt. Diese Fragen sollen helfen, das Gelernte zu memorieren.

1 Was ist Wissenschaft?

I. Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens

1.1 Hinterfragen einer Behauptung als Alltagspraxis

Ist das, was in den Büchern steht, wirklich wahr? Muss ich dem als Wissenschaftler ausgewiesenen Autor einfach Glauben schenken? Oder kann ich selbst überprüfen, ob seine Aussagen tatsächlich mit der Realität im Einklang stehen? Um die Frage nach Überprüfbarkeit der Argumente dreht sich alle Wissenschaft.

Wissenschaftlich arbeiten bedeutet: kritisch sein, hinterfragen, präzisieren, beginnt mit eigenem Denken, führt zu nachvollziehbaren Ergebnissen und stützt sich auf andere wissenschaftlich gewonnene Ergebnisse. Bei der Lektüre jeglicher Texte, die von sich die Suche nach Wahrheit behaupten, sollten wenigstens die sechs W-Fragen gestellt werden (nach WERDER 2004):

Wer	ist der oder die Autorin?
Wann	wurde der Beitrag geschrieben?
Weshalb	wurde der Beitrag geschrieben?
Was	ist das zentrale Anliegen des/der Autorin?
Wie	begründet der Autor seine Aussagen?
Welche	Auswirkungen hatte der Beitrag?

Sechs W-Fragen
nach WERDER

„Bildung durch Wissenschaft“ bedeutet das Beherrschen der wissenschaftlichen Herangehensweise, in der einzelnen Disziplin sowie in einer Haltung zur Welt: Ein wissenschaftlich gebildeter Mensch sollte grundsätzlich die Fähigkeiten haben, Phänomene genau wahrzunehmen, den Ursachen nachzugehen und Behauptungen anderer zu hinterfragen.

Wissenschaften sind Aktivitäten, die auf den Erwerb objektiven Wissens und Verständnis zielen. Ein Wissenschaftler geht typischerweise systematisch und methodisch vor; er zielt oft auf eine Theorie. Die einzelnen Disziplinen haben sich dabei entlang der Herangehensweise entwickelt, wie die Wahrheit gesucht wird. Eine Disziplin und ein (universitäres) Fach haben sich anhand der Methoden entwickelt, mit denen die verschiedensten Untersuchungsgegenstände wissenschaftlich hinterfragt werden können.

Literatur:

- BOHL, THORSTEN: Wissenschaftliches Arbeiten im Studium der Pädagogik, 2008.
- HUME, DAVID: Eine Untersuchung über den menschlichen Verstand, 2007, Vierter Abschnitt.
- WERDER, LUTZ von: Einführung in das kreative Schreiben, 2004.

1.2 Was ist der Unterschied von Alltagswissen und Wissenschaft?

Wir Menschen leben in einer Welt, die wir nicht selbst geschaffen haben; wir können sie daher nicht beliebig zurechtlegen. Nach Anschauung einer Sache bildet sich der Mensch schnell eine Meinung. Fundament unserer Lebenswelt ist dieser Glaube an die Gültigkeit des fraglos Gegebenen, aufbauend auf sich selbst bestätigenden Alltagserfahrungen. Hierzu gehört nicht nur der Bereich des Alltags, sondern alles, was uns vertraut, selbstverständlich und evident erscheint. Diese „stets bereite Quelle von Selbstverständlichkeiten“ bezeichnete der Philosoph EDMUND HUSSERL als die Grundlage unseres In-der-Welt-seins. Dabei ist es noch Alltagserfahrung, dass nicht unbedingt wahr sein muss, wovon wir überzeugt sind. Die ständige Korrektur eigener Meinungen durch neue Erkenntnisse ist eine kulturelle Meinung des Menschen, die aber noch nicht unbedingt als Wissenschaft bezeichnet werden kann.

Seit PLATON und ARISTOTELES wird Wissenschaft als ein systematischer Versuch gesehen, die wichtigen Dinge in der Welt zu erfassen und zu verstehen. IMMANUEL KANT gab 1786 folgende Definition von Wissenschaft (KANT, IMMANUEL: Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft, 1997, S. 3ff.):

„Eine jede Lehre, wenn sie ein System, d. i. ein nach Prinzipien geordnetes Ganze der Erkenntnis sein soll, heißt Wissenschaft, und, da jene Prinzipien entweder Grundsätze der empirischen oder der rationalen Verknüpfung der Erkenntnisse in einem Ganzen sein können, so würde auch die Naturwissenschaft, sie mag nun Körperlehre oder Seelenlehre sein, in historische oder rationale Naturwissenschaft eingeteilt werden müssen, wenn nur nicht das Wort Natur (weil dieses eine Ableitung des Mannigfaltigen zum Dasein der Dinge Gehörigen aus ihrem inneren Prinzip bezeichnet) eine Erkenntnis durch Vernunft von ihrem Zusammenhange notwendig machte, wofür sie den Namen von Naturwissenschaft verdienen soll. Daher wird die Naturlehre besser in historische Naturlehre, welche nichts als systematisch geordnete Facta der Naturdinge enthält (und wiederum aus Naturbeschreibung, als einem Klassensystem derselben nach Ähnlichkeiten, und Naturgeschichte, als einer systematischen Darstellung derselben in verschiedenen Zeiten und Örtern, bestehen würde), und Naturwissenschaft eingeteilt werden können. Die Naturwissenschaft würde nun wiederum entweder eigentlich, oder uneigentlich so genannte Naturwissenschaft sein, wovon die erstere ihren Gegenstand gänzlich nach Prinzipien a priori, die zweite nach Erfahrungsgesetzen behandelt. Eigentliche Wissenschaft kann nur diejenige genannt werden, deren Gewißheit apodiktisch ist; Erkenntnis, die bloß empirische Gewißheit enthalten kann, ist ein nur uneigentlich so genanntes Wissen. Dasjenige Ganze

der Erkenntnis, was systematisch ist, kann schon darum Wissenschaft heißen, und, wenn die Verknüpfung der Erkenntnis in diesem System ein Zusammenhang von Gründen und Folgen ist, so gar rationale Wissenschaft. Wenn aber diese Gründe oder Prinzipien in ihr, wie z. B. in der Chemie, doch zuletzt bloß empirisch sind, und die Gesetze, aus denen die gegebene Facta durch die Vernunft erklärt werden, bloß Erfahrungsgesetze sind, so führen sie kein Bewußtsein ihrer Notwendigkeit bei sich (sind nicht apodiktisch-gewiß) und alsdenn verdient das Ganze in strengem Sinne nicht den Namen einer Wissenschaft, und Chymie sollte daher eher systematische Kunst, als Wissenschaft heißen.“

Der Wissenschaft geht es um begründete Erkenntnis, die in ein System einordenbar ist. Wissenschaft kann also verstanden werden als das Ergebnis eines methodischen Verfahrens, das zu einem Zusammenhang der Aussagen untereinander führt. Das Ideal der Wissenschaft ist komplex, es umfasst verschiedene Grundsätze: Das Ideal der Wahrheit, das Ideal der Begründung, das Ideal der Erklärung und des Verstehens, das Ideal der Intersubjektivität und auch das Ideal der Selbstreflexion. Einem Wissenschaftler sollte die Fehleranfälligkeit des eigenen Erkenntnisprozesses bewusst sein.

RONALD KURT nennt in seinem Hermeneutik-Lehrbuch sieben Unterschiede zwischen dem wissenschaftlichen und dem alltäglichen Verstehen (S. 35 ff.):

- *Nähe und Distanz zum Leben:* Das alltagsweltliche Verstehen geschieht in pragmatischer Absicht, während beim wissenschaftlichen Verstehen die Interessen, Relevanzen und Wertvorstellungen des Verstehenden keine Rolle spielen (sollten).
- *Interesse am Verstehen:* Wer wissenschaftlich verstehen will, muss sich zunächst einmal für das Verstehen als solches interessieren.
- *Interesse am anderen:* Zur Haltung des Wissenschaftlers gehört weiterhin ein gewisses Interesse an anderen.
- *Zeit zum Verstehen:* Die Wissenschaft fordert Distanz, der Alltag Teilnahme und Engagement.
- *Ich zweifle, also bin ich Wissenschaftler:* Als Wissenschaftler lebt man problematisierend und zweifelnd in einer als fragwürdig angenommenen Wirklichkeit.
- *Eindeutigkeit – Mehrdeutigkeit:* Im Alltag sorgt das Verstehen für Eindeutigkeit; in der Wissenschaft wird es zur Produktion von Mehrdeutigkeit verwendet.
- *Methodisch kontrolliert verstehen:* Zur Besonderheit wird die wissenschaftliche Haltung dadurch, dass sie bewusst und im Rahmen der Vorgaben eines wissenschaftlichen Gedankensystems eingenommen wird. Der wissenschaftlich Verstehende muss wissen, warum und wie er die Methoden anwendet.

Unterschiede zwischen wissenschaftlichem und alltäglichem Verstehen nach KURT

Jeder wissenschaftlichen Untersuchung sollte eine Begründungs- und Methodenreflexion vorausgehen: Auf welchen Prämissen baue ich? An welchen Punkten kann ich mit gesichertem Wissen arbeiten? Zu welchen Bereichen kann ich mit meinen Informationen und Methoden nichts sagen?

Literatur

- KURT, RONALD: Hermeneutik, 2004, S. 32ff.
- POSER, HANS: Wissenschaftstheorie, 2012, S. 12ff.

1.3 Was ist Wahrheit?

Keine Wissenschaft ist ohne die Unterscheidung von „wahr“ und „falsch“ denkbar. Die genaue Abgrenzung ist Gegenstand der anhaltenden philosophischen Debatte. Der schlichte Wahrheitsbegriff besagt, dass eine Aussage wahr ist, wenn die Welt, auf die sich die Aussage bezieht, tatsächlich so beschaffen ist.

Eine Aussage und ihre Negation können nicht beide wahr sein. Aus diesem Grundsatz der Logik folgt der wissenschaftliche Grundsatz im Zusammenhang mit dem Wahrheitsanspruch.

Die Idee der Wissenschaft ist an die Wahrheitssuche gebunden. Wissenschaftler dürfen keine Mühen scheuen, um Irrtümer und Lügen aufzudecken und sie zu überwinden. Trotz aller möglichen Fehlschläge gäbe es keine Wissenschaft, wenn nicht hinreichend viele Wissenschaftler sich diesem Wahrheitsanspruch verschrieben hätten.

Wissenschaft versucht, die objektive Realität zu beschreiben. Eine 100%ige Wiedergabe der Wirklichkeit kann als absolute Wahrheit bezeichnet werden, die allerdings wohl nur bei numerischen Zahlentheorien möglich scheint. Aufgrund der Abhängigkeit von Vorannahmen und Unsicherheiten lassen sich wissenschaftliche Aussagen im Allgemeinen nur als „relative Wahrheit“ treffen.

Das hinreichende Kriterium der Wahrheit in den Natur- und Technikwissenschaften ist die Praxis. Der objektive Charakter z.B. eines Experiments genügt als Begründung aus. Mit dem Geltungsanspruch eines Ergebnisses wird auch ein Genauigkeitsanspruch verbunden. In den Sozial- und Geisteswissenschaften kann das Experiment als Kriterium der Wahrheit kaum angewendet werden. Die Komplexität des Menschen und menschlichen Handelns lässt keine „ideale“ Modellsituation zu. Aus diesem Grund muss den Sozial- und Geisteswissenschaften besonders bewusst sein, dass Objektivität und Allgemeingültigkeit nur bedingt erfüllt werden können.

Literatur:

- TETENS, HOLM: Wissenschaftstheorie, 2013, S. 19ff.
- HUBER, HERBERT: „Was ist Wahrheit?“, 2002.
- KREISER, LOTHAR; STEKELER-WEITHOFER, PIRMIN: Wahrheit/Wahrheitstheorie, 1999.

1.4 Warum Wissenschaftstheorie?

Seit den antiken Anfängen wissenschaftlichen Arbeitens ist die Reflexion der Theorien und Methoden ein Wesensmerkmal jeder Wissenschaft. Über viele Jahrhunderte galt wissenschaftlicher Fortschritt aber stets als Menschheitsfortschritt. Die von Menschen gemachten Katastrophen des 20. Jahrhunderts führten dann zu einem Legitimationsproblem der Wissenschaft, das zu einem kritischeren Reflektieren der Rolle des Wissenschaftlers und seiner Tätigkeit führte.

Die Auseinandersetzung, das Ringen um Methoden findet innerhalb jeder Disziplin statt. Wissenschaftliche Disziplinen grenzen sich vor allem durch ihre Methoden voneinander ab, während sich die Untersuchungsgegenstände durchaus überschneiden können. Diese fachlichen Diskurse kann der Lehrbrief ob ihrer Komplexität nicht mal in einer Übersicht darstellen. Die Darstellung der unterschiedlichen Perspektiven dient vor allem dazu, ein Verständnis für die disziplinären Herangehensweisen zu wecken.

1.5 Fragen zum Abschnitt 1

1.5.1 Rekapitulationsfragen

- Was kann „Bildung durch Wissenschaft“ für Alltagsprobleme bedeuten?
- Können wir die ganze Wahrheit herausfinden?
- Was konstituiert eine Disziplin?

1.5.2 Reflexionsfragen

- Wo können Modelle zur Wahrheitssuche eingesetzt werden?
- Entwickeln Sie aus einem Praxisproblem eine wissenschaftliche Fragestellung.

2 Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens

2.1 Standpunkte der Wissenschaft

Die Standpunkte, von denen Wissenschaft aus betrieben wird, sind sehr unterschiedlich:

Standpunkte der Wissenschaft

- Der *analytische Standpunkt* geht von einer logisch-begrifflichen Analyse der Wissenschaften als Aussageform aus.
- Der *konstruktivistische Standpunkt* sieht Wissenschaften als Konstruktion auf Basis vernünftigen Handelns.
- Der *hermeneutische Standpunkt* zielt auf ein methodisches Erfassen des Verstehens in den Wissenschaften im jeweiligen historischen Horizont.
- Der *dialektische Standpunkt* bemüht sich um ein Erfassen des Erkenntnis- und Wissensprozesses, der den Wissenschaften zugrundeliegt.
- Der *evolutionistische Standpunkt* sucht eine Übertragung des Modells der biotischen Evolution auf andere Bereiche.
- Der *komplextheoretische Standpunkt* folgt der Einsicht, dass die den Wissenschaften zugrundeliegenden Vereinfachungen nicht ausreichen, um der Vielschichtigkeit der Welt gerecht zu werden.
- Der *technikphilosophische Standpunkt* lotet die Differenz zwischen den Erfahrungswissenschaften und den Technikwissenschaften aus, da die zweitgenannten als anwendungsorientierte Wissenschaften nicht nach allgemeinen Lösungen suchen.

Literatur

- POSER, HANS: Wissenschaftstheorie, 2012, S. 12.

2.2 Klassische Logik

Semantische Bedingungen für ein System der klassischen Logik

Für ein System der *klassischen Logik* müssen drei semantische Bedingungen erfüllt sein:

1. *Bivalenzprinzip*: Jede Aussage hat genau einen von genau zwei Wahrheitswerten, die meist als „wahr“ und „falsch“ bezeichnet werden.
2. *Das Prinzip der logischen Unabhängigkeit*: Von der Wahrheit oder Falschheit einer Elementaraussage kann nicht auf die Wahrheit oder Falschheit einer anderen Elementaraussage geschlossen werden.
3. *Extensionalitätsprinzip*: Der Wahrheitswert einer zusammengesetzten Aussage ist eindeutig durch die Wahrheitswerte ihrer Teilaussagen und die Art, wie diese zusammengesetzt sind, bestimmt.

In der *Aussagenlogik* werden Aussagen daraufhin untersucht, ob sie ihrerseits wieder aus Aussagen zusammengesetzt sind, die durch Junktoren (z. B. „und“, „oder“) miteinander verbunden sind. Besteht eine Aussage nicht aus durch Junktoren verbundenen Teilaussagen, dann ist sie aus Sicht der Aussagenlogik atomar, d. h. nicht weiter zerlegbar.

Aussagenlogik

Beispiele für bekannte Aussagen, die in der klassischen Logik gültig sind:

- *Satz vom ausgeschlossenen Widerspruch*, z. B.: „Es ist nicht der Fall, dass es (zugleich und am selben Ort) schneit und nicht schneit.“
- *Satz vom ausgeschlossenen Dritten*, z. B.: „Die Erde ist rund, oder es ist nicht der Fall, dass die Erde rund ist.“
- *Verum sequitur ex quodlibet (Wahres folgt aus Beliebigen)*, z. B.: „Wenn es schneit, dann schneit es (auch) unter der Voraussetzung, dass die Erde rund ist.“
- *Ex falso sequitur quodlibet (aus Falschem folgt Beliebiges)*, z. B.: „Wenn es nicht schneit, dann ist unter der Voraussetzung, dass es (am selben Ort und zur selben Zeit) schneit, die Erde eine Scheibe.“
- *Paradox der materialen Implikation*: Von zwei beliebigen Sätzen ist immer mindestens einer die hinreichende Bedingung für den jeweils anderen.

In der *Prädikatenlogik* lässt sich auch die innere Struktur von Sätzen darstellen, die aussagenlogisch nicht weiter zerlegbar sind. Dargestellt wird die innere Struktur der Aussagen dabei durch Prädikate (Aussagefunktionen) einerseits und durch deren Argumente andererseits. Das Prädikat drückt zum Beispiel eine Eigenschaft aus, die auf sein Argument zutrifft, oder eine Relation, die zwischen seinen Argumenten besteht (x ist größer als y).

Prädikatenlogik

Beispiele:

- „Der Apfel“ (Argument) „ist rot“ (Prädikat)
- „Alle Katzen sind Säugetiere“:
(Es kann noch andere Säugetiere geben):
Für alle x gilt: Wenn x eine Katze ist, dann ist x ein Säugetier.
- „Alles ist eine Katze und ein Säugetier“
(Dann wäre auch eine 5 eine Katze und ein Säugetier. Ist also falsch):
Für alle x gilt: x ist eine Katze und x ein Säugetier.
- „Eine Stadt liegt südlich von Rostock“:
Es gibt ein x das ist eine Stadt und x ist südlich von Rostock.
- „Keine Stadt liegt nördlich von sich selbst“
Es gibt kein x das eine Stadt ist und nördlich von x liegt.
- „Es existiert eine gemeinsame Tochter von Tom und Jenny.“
Es gibt ein x, was weiblich ist, und Tom als Vater hat und Jenny als Mutter hat.
- „Jede Katze ist eine Katze“:
Jedes x der Menge „Katzen“ ist eine Katze.
- „Nicht alle Autos sind grün“
Nicht für jedes Auto gilt: es ist grün.

Literatur

- LAMPERT, TIMM: Klassische Logik, 2004, S. 11 ff.
- WESLEY C. SALMON: Logik, 1983.

2.3 Logik als grundlegende Strukturwissenschaft der Mathematik

Der Begriff der Aussagefunktion ist aus dem mathematischen Begriff der Funktion abgeleitet. Eine logische Aussagenfunktion hat genau wie eine mathematische Funktion einen Wert, der aber kein numerischer, sondern ein Wahrheitswert ist.

Die Logik ist die grundlegende Strukturwissenschaft der Mathematik, die durch streng definierte Schlussregeln charakterisiert wird. Die moderne symbolische Logik verwendet statt der natürlichen Sprache eine abstrakte Sprache der Prädikatenlogik. Mathematische Konzepte werden durch formale logische Systeme ausgedrückt.

*Mathematische Logik
teilt sich in vier Gebiete*

Die Mathematische Logik teilt sich in vier Gebiete:

1. *Mengenlehre* untersucht Mengen, die abstrakte Kollektionen von Objekten sind.
2. *Beweistheorie* untersucht formale Beweise und verschiedene logische Deduktionssysteme.
3. *Modelltheorie* ist das Studium der Modelle von formalen Theorien.
4. *Rekursionstheorie* (Berechenbarkeitstheorie) ist das Studium von berechenbaren Funktionen und den Turinggraden, welche die nicht berechenbaren Funktionen nach dem Grad ihrer Nicht-Berechenbarkeit klassifizieren.

Literatur:

- HOUSTON, KEVIN: Wie man mathematisch denkt, 2012.
- KUTSCHERA, FRANZ VON; BREITKOPF, ALFRED: Einführung in die moderne Logik, 2007.
- EBBINGHAUS, HEINZ-DIETER; FLUM, JÖRG; THOMAS, WOLFGANG: Einführung in die mathematische Logik, 2007.

2.4 Wissenschaftssprache und Mathematisierung

Wissenschaftssprache

Wissenschaftssprache ist im weitesten Sinne eine Fachsprache. Sie dient der fachlichen Kommunikation in wissenschaftlichen Diskursen. Wissenschaftssprache ist stark formalisiert und normiert (Fachstil). In der Praxis der Disziplinen werden Festlegungen durch Terminologien und Wörterbücher vorgenommen.

Werden Strukturen formal beschrieben, lassen sie sich unabhängig von den Wirklichkeitsausschnitten erforschen, in denen sie verwirklicht sind. Die Wissenschaft, in der das geschieht, ist die Mathematik. Die Mathematik lässt viele Eigenschaften und logische Abhängigkeiten zwischen Eigenschaften innerhalb von Strukturen erkennen, die wir durch gewöhnliche inhaltliche Beschreibungen oder die Beobachtung empirischer Realisierungen der Strukturen niemals erkennen würden. Wo immer es eine Wissenschaft mit Strukturen und Strukturgleichheiten zwischen verschiedenen Wirklichkeitsausschnitten zu tun hat, profitiert sie von der Mathematik und lässt sich im Prinzip auch mathematisieren.

Fixiert scheint allerdings nur der allgemeine Struktur- und Modellbegriff der Mathematik, der einen Austausch in der formalen Sprache ermöglicht. Die gegenwärtige Mathematik (und mathematische Logik) bieten eine kaum übersehbare Fülle an Sprechweisen, Theorien und Strukturen an; es besteht eine etablierte Technik, in flexibler Weise wunschgemäß Varianten von Theorien und zu diesen speziell gewählte Strukturen zu bilden; der einzelne Mathematiker kann diesen Reichtum an Möglichkeiten kaum übersehen. Es lassen sich je nach der Interessenrichtung Theorien in der Mathematik unterscheiden, z. B. Geometrie, Vektoranalysis, Funktionentheorie, Wahrscheinlichkeitstheorie; die Entwicklung der Mathematik gibt intern Anlass zu weiteren Begriffsbildungen, wie z. B. Gruppe, differenzierbare Mannigfaltigkeit, und zugehörigen Theorien.

2.5 Fragen zum Abschnitt 2

2.5.1 Rekapitulationsfragen

- Welche Standpunkte der Wissenschaft gibt es? Nennen Sie Beispiele.
- Welche sind die Bedingungen der Logik?
- Wie schaut die formal-logische Abfolge einer Argumentation aus?

2.5.2 Reflexionsfragen

- Für welche Fragestellung ist welcher wissenschaftliche Standpunkt geeignet?
- Welche Fragestellungen lassen sich mathematisch darstellen?