

Stephan Kornmesser / Wilhelm Büttemeyer

Wissenschaftstheorie

Eine Einführung

Lösungen der Aufgaben im Buch

1 Lösungen der Übungsaufgaben in Kapitel 1

Kapitel 1.2

1. Deskriptiver Ansatz der Wissenschaftstheorie.
2. Präskriptiver Ansatz der Wissenschaftstheorie.
3. Präskriptiver Ansatz aus der Sicht der Kritischen Theorie, der über die Wissenschaftstheorie hinaus indirekt auch für die Arbeit der Wissenschaft gilt.
4. Deskriptiver Ansatz der Wissenschaftstheorie. Der zweite Satz der Aussage muss genau gelesen werden. Zwar wird im ersten Teil dieses Satzes eine Festsetzung getroffen; aber diese bezieht sich nur auf die Arbeit der Wissenschaftstheorie selbst. Im zweiten Teil dieses Satzes steht, dass die Wissenschaftstheorie die wissenschaftliche Tätigkeit, die im ersten Satz des Zitats beschrieben wird, analysieren, also deskriptiv vorgehen soll.

Kapitel 1.3

Aufgabe 1

- a) Mit dem Wort »Sparkasse« werden gemeinnützige öffentlich-rechtliche Geldinstitute bezeichnet. Das Wort hat keine weiteren Bedeutungen und ist folglich semantisch eindeutig. Da kein Zweifel besteht, auf welche Objekte das Wort referiert, ist es exakt.
- b) Das Wort »Menuett« bezeichnet einen höfischen Tanz und zugleich dessen musikalische Form, die auch in tanzunabhängigen Suiten, Sonaten und Sinfonien vorkommt. Deshalb ist es semantisch zweideutig. Es ist aber in beiden Bedeutungen exakt, weil die Strukturmerkmale des Menuetts eine zweifelsfreie Zuordnung von Wort und Sache gestatten.
- c) Das Wort »Bank« ist semantisch mehrdeutig, weil es mehrere Bedeutungen besitzt – unter anderem: Sitzgelegenheit oder Geldinstitut, aber auch Gesteinsschicht. In diesen drei Bedeutungen ist es exakt.
- d) Das Wort »Sparsamkeit« ist semantisch eindeutig; denn es bezieht sich nur auf eine bestimmte Art der Haushaltsführung. Es dürfte aber schwer zu entscheiden sein, ob eine Verhaltensweise noch sparsam oder schon geizig bzw. verschwenderisch ist. Deshalb ist das Wort vage.
- e) Das Wort »Ordner« ist semantisch mehrdeutig, weil es sich auf (α) Aktenordner, (β) Ordner im Veranstaltungsservice und (γ) Ordner in der Informationstechnik bezieht. Während es in den beiden Bedeutungen α und β exakt verwendet wird, ist bei der dritten Bedeutung γ un-

klar, ob es sich nur auf digitale Behälter für Dokumente oder auch auf listenartige Verzeichnisse bezieht.

Aufgabe 2

1. Auf den ersten Blick wirkt die Ist-Konstruktion nicht syntaktisch eindeutig. Schließt man eine Identitätsaussage aus und hält den Satz für eine prädikative Aussage, dann fragt man sich, was von wem ausgesagt werden soll: Besteht, was nahezuliegen scheint, eine der Forderungen wissenschaftlicher (Selbst-) Kritik darin, auf ein Weltbild zu verzichten? Oder wird der Verzicht auf ein Weltbild durch die Eigenschaft charakterisiert, zu den Forderungen wissenschaftlicher Kritik zu gehören? Dass Letzteres gemeint und »Verzicht auf ein Weltbild« das Subjekt des Satzes ist, ergibt sich erst aus dem (in der Aufgabe nicht enthaltenen) Nachsatz, der auf eine zweite Eigenschaft hinweist: »Verzicht auf ein Weltbild ist schon eine Forderung der wissenschaftlichen Kritik, dann aber eine Voraussetzung philosophischen Seinsinnewerdens«.
2. Jaspers verwendet das »Umgreifende« semantisch doppeldeutig, nämlich als »das Umgreifende, das ich bin« und als »das Umgreifende, das das Sein selber ist«. Sein Satz, dass etwas etwas Anderes umgreift und zugleich von diesem Anderen umgriffen wird, ist ebenfalls semantisch missverständlich, weil er die Bedeutung des Verbs »umgreifen« nicht angibt und die gewohnte Bedeutung von »umgreifen« nicht mit der Satzaussage vereinbar ist.
3. Neben semantischer Mehrdeutigkeit (leben in einer Umwelt, Ideen leben) bleibt der Begriff der Idee vage, weil unklar ist, welche Ideen es außer den praktischen und den theoretischen gibt.
4. Jaspers verstößt gegen die Forderung der syntaktischen Eindeutigkeit. Es ist unklar, ob er an eine Identitätsaussage denkt (die im Übrigen wegen der Identifizierung von etwas eher Statischem [Sein] mit etwas eher Dynamischem [Werden] problematisch wäre) oder an eine Prädikation in dem Sinne, dass dem Menschsein das Merkmal des Menschwerdens zugeschrieben wird (was ebenso problematisch wäre).

2 Lösungen der Übungsaufgaben in Kapitel 2

Kapitel 2.2

1. Aristoteles teilt die wissenschaftlichen Fächer in *drei* Hauptgruppen ein: die theoretischen, die praktischen und die hervorbringenden Wissenschaften (vgl. *Met.*, Buch 6, Kap. 1).
2. Es ist richtig, dass sich wissenschaftliche Erkenntnis nach Aristoteles durch die Ableitung wahrer Aussagen aus ersten Prinzipien ergibt. Aber er unterscheidet drei Prinzipienarten, die er als Definitionen, Axiome und Hypothesen bezeichnet (vgl. *An. post.*, Buch 1, Kap. 2).

Kapitel 2.3

Dass durch die von Bacon erwähnten Erfindungen niemals irgendjemandem irgendein Nachteil zugefügt wurde, wird man schwerlich behaupten können. Aber auch, wenn man sich auf die Frage beschränkt, ob der positive Effekt in der Absicht der Erfinder lag, dürfte die Antwort von Bacons Meinung abweichen. Denn bei der Seidenherstellung werden die Seidenraupen absichtlich getötet; das Schießpulver und die Schusswaffen wurden zum Nachteil und Leid anderer Menschen erfunden; und die Segnung der Waffen durch Religionsvertreter steht ebenfalls im Widerspruch zu Bacons Meinung. Dass auch Zucker und bleierne Drucklettern gesundheitliche Schäden verursachen können, konnte Bacon kaum ahnen.

Kapitel 2.4

1. Comtes Hauptwerk trägt den Titel *Cours de [!] philosophie positive* und erschien von 1830 bis 1842 [!]. Es sollte vor allem der Verbreitung der positivistischen Philosophie, Wissenschaftsauffassung und Soziologie dienen. Diesem Ziel war die Kritik an der Metaphysik ebenso wie die an der Theologie untergeordnet, wobei Comte unter Metaphysik keineswegs »alles verstand, was nicht handfest empirisch nachweisbar ist«; denn dann würde ja auch die davon unterschiedene Theologie zur Metaphysik gehören.
2. Comte (1994, § 18) hebt ausdrücklich hervor, dass die Erfassung der Ähnlichkeits- und der Abfolgebeziehungen zur *Erklärung* der Naturerscheinungen dient.

3 Lösungen der Übungsaufgaben in Kapitel 3

Kapitel 3.2

- (1) Dieser Satz ist nach dem empiristischen Sinnkriterium sinnvoll, da er einen denkbaren, aber nicht notwendig bestehenden Sachverhalt ausdrückt. Einem Gegenstand (dieser Wolke) wird eine Eigenschaft (weiß zu sein) zugeschrieben. Es handelt sich also um einen atomaren Satz. Es kann empirisch überprüft werden, ob der atomare Satz wahr oder falsch ist. Wenn empirisch überprüft werden kann, ob ein atomarer Satz wahr oder falsch ist, dann drückt dieser einen denkbaren, aber nicht notwendig bestehenden Sachverhalt aus.
- (2) Dieser Satz ist nach dem empiristischen Sinnkriterium sinnvoll, da er einen denkbaren, aber nicht notwendig bestehenden Sachverhalt ausdrückt. Zwar kann heute nicht beurteilt werden, ob der Sachverhalt besteht oder nicht, da er von dem morgigen Wetter handelt, aber für die Beurteilung der Sinnhaftigkeit ist es nur relevant, dass der Sachverhalt denkbar ist bzw. dass der Satz wahr *oder* falsch ist. Da es morgen regnet oder nicht, ist der Satz wahr oder falsch.
- (3) Dieser Satz ist nach dem empiristischen Sinnkriterium nicht sinnvoll, da er keinen Sachverhalt ausdrückt. Werden Engel entsprechend ihrer theologischen Konzeption als immaterielle Wesen verstanden, ist nicht empirisch überprüfbar, ob der Satz wahr oder falsch ist. Wenn etwas grundsätzlich nicht empirisch überprüfbar ist, dann ist es kein denkbare Sachverhalt.
- (4) Dieser Satz ist nach dem empiristischen Sinnkriterium sinnvoll, da er einen denkbaren, aber nicht notwendig bestehenden Sachverhalt ausdrückt. Zwar unterscheidet sich der Satz von den Sätzen (1) und (2), da der pH-Wert einer Flüssigkeit nicht direkt wahrnehmbar ist (im Gegensatz zur Farbe der Wolke und zum Regen), aber der pH-Wert kann durch Indikatoren auf etwas Wahrnehmbares zurückgeführt werden (vgl. Aufgabe zu Kap. 7.3.2).
- (5) Dieser Satz ist nach dem empiristischen Sinnkriterium sinnvoll, da er einen denkbaren, aber nicht notwendig bestehenden Sachverhalt ausdrückt. Es ist zwar unbekannt, welcher der am weitesten von der Erde entfernte Planet ist, und es ist davon auszugehen, dass dieser Planet so weit entfernt ist, dass niemals untersucht werden kann, ob dort Menschen leben, aber für die Beurteilung der Sinnhaftigkeit ist es nur relevant, ob *prinzipiell* empirisch überprüft werden könnte, ob der Satz wahr oder falsch ist.

- (6) Dieser Satz ist nach dem empiristischen Sinnkriterium nicht sinnvoll, da er keinen Sachverhalt ausdrückt. Es sind zwar denkbare Sachverhalte, dass Peter verstorben ist und dass letztes Jahr ein Frosch geboren wurde, aber dass es Peter ist, der als Frosch wiedergeboren wurde, ist etwas prinzipiell nicht Wahrnehmbares und somit kein Sachverhalt.
- (7) Dieser Satz ist nach dem empiristischen Sinnkriterium sinnvoll, da er einen denkbaren, aber nicht notwendig bestehenden Sachverhalt ausdrückt, da es prinzipiell empirisch überprüfbar ist, ob der Satz wahr oder falsch ist.

Kapitel 3.3

Aufgabe 1

Um zu zeigen, dass der Schluss von (12) und (13) auf (14) deduktiv gültig ist, muss gezeigt werden, dass, wenn (12) und (13) wahr sind, (14) auch wahr sein muss. Das bedeutet, dass die Implikation, in der die Konjunktion von (12) und (13) im Wenn-Satz steht und (14) im Dann-Satz, eine Tautologie ist.

Um dies zu zeigen, wird zunächst für den Satz »Der Asteroid verfehlt die Erde« die Abkürzung »p« und für den Satz »Es gibt eine neue Eiszeit« die Abkürzung »q« eingeführt. Der Satz (15) wird mit den Junktoren »∨« (oder), »∧« (und), »¬« (nicht) und »→« (wenn, dann) in die Aussagenlogik übersetzt.

Der Asteroid verfehlt die Erde: p
Es gibt eine neue Eiszeit: q

- (15) Wenn es der Fall ist, dass der Asteroid die Erde verfehlt oder es eine neue Eiszeit gibt und dass der Asteroid die Erde nicht verfehlt, dann gibt es eine neue Eiszeit: $((p \vee q) \wedge \neg p) \rightarrow q$

In der Wahrheitstabelle werden Schritt für Schritt die Wahrheitswerte für Satz (15) ermittelt. Es zeigt sich, dass Satz (15) eine Tautologie ist, da in der Spalte ganz rechts nur der Wahrheitswert »w« (wahr) vorkommt. Folglich ist der Schluss von (12) und (13) auf (14) deduktiv gültig.

p	q	$p \vee q$	$\neg p$	$(p \vee q) \wedge \neg p$	$((p \vee q) \wedge \neg p) \rightarrow q$
w	w	w	f	f	w
w	f	w	f	f	w
f	w	w	w	w	w
f	f	f	w	f	w

Tab. 3.1: Wahrheitstabelle

3.1.2.2 | Aufgabe 2

- (16) Da dieser Satz Al Capone keine wahrnehmbare Eigenschaft zuweist, drückt er keinen (empirischen) Sachverhalt aus. Der Satz ist nicht analytisch, da er nicht aus rein sprachlichen Gründen wahr oder falsch ist. Also handelt es sich um einen metaphysischen Satz.
- (17) Dieser Satz ist eine Tautologie, da er aufgrund seiner logischen Form wahr ist. Es ist somit ein analytischer Satz.
- (18) Dieser Satz ist eine Tautologie, da er aufgrund seiner logischen Form wahr ist. Es ist somit ein analytischer Satz.
- (19) Dieser Satz drückt einen denkbaren Sachverhalt aus. Es ist prinzipiell möglich, empirisch zu überprüfen, ob der Satz wahr oder falsch ist. Es ist somit ein synthetischer Satz, der das empiristische Sinnkriterium erfüllt.
- (20) Dies ist ein falscher arithmetischer Satz. Da arithmetische Sätze im Logischen Empirismus zu den analytischen Sätzen gezählt werden, handelt es sich um einen (falschen) analytischen Satz.
- (21) Dieser Satz ist aufgrund seiner logischen Form und der Bedeutung der in ihm vorkommenden deskriptiven Begriffe wahr. Er ist also aus rein sprachlichen Gründen wahr und somit analytisch.
- (22) Dieser Satz ist keine Tautologie und keine Kontradiktion, da er sowohl wahr als auch falsch sein kann. Er ist somit nicht analytisch. Ob er wahr oder falsch ist, hängt von den denkbaren Sachverhalten ab, dass Erwin männlich ist (oder nicht) und dass Erwin ein Erpel ist (oder nicht). Es handelt sich also um einen synthetischen Satz, der das empiristische Sinnkriterium erfüllt.

Kapitel 3.4.1

- (27) Dieser Satz ist nach dem Verifikationsprinzip sinnvoll, da er z. B. aus dem Beobachtungssatz »Es regnet« logisch ableitbar ist.
- (28) Wenn sich die Größe aller Gegenstände verdoppelt, dann würde das nicht auffallen, da sie im Verhältnis zueinander gleich groß erschienen. Auch die Größe von uns Menschen hätte sich verdoppelt, so dass wir im Verhältnis zu den Dingen gleich groß wären. Da sich auch die Abstände zwischen den Einheiten auf allen Linealen, Maßbändern, Zollstöcken etc. verdoppeln, wäre die Größenverdopplung nicht messbar. Es gibt also keine Beobachtungssätze, aus denen Satz (28) ableitbar wäre. Der Satz (28) ist somit nach dem Verifikationsprinzip unsinnig (Achtung: s. Aufgabe 3 in Kap 5.2 zu der Frage, ob die Verdopplung der Größe wirklich nicht beobachtbar/messbar wäre).
- (29) Dieser Satz ist nach dem Verifikationsprinzip sinnvoll, da er z. B. aus den Beobachtungssätzen »Fridolin ist ein Rabe« und »Fridolin ist schwarz« logisch ableitbar ist.

- (30) Dieser Satz ist aufgrund des Induktionsproblems nach dem Verifikationsprinzip nicht sinnvoll (für eine Begründung s. Kap. 4.2 und 4.3).
- (31) Dieser Satz ist aufgrund des Induktionsproblems nach dem Verifikationsprinzip nicht sinnvoll (für eine Begründung s. Kap. 4.2 und 4.3).

Kapitel 3.4.2

Der Begriff ›Arthropode‹ ist nach Carnaps Auffassung ein sinnvoller Begriff, da er sich im Prinzip per Definition auf Grundbegriffe zurückführen lässt. Ein Arthropode ist definiert als ein Tier, das einen gegliederten Körperbau hat, ein Außenskelett aus Chitin und maximal ein Paar Gliedmaßen pro Körpersegment. In der Definition tauchen allerdings Begriffe auf, die selbst keine Grundbegriffe sind und somit erneut per Definition auf Grundbegriffe zurückgeführt werden müssten (z. B. ›gegliederter Körperbau‹). Ein tatsächlicher Beweis, dass es sich um einen sinnvollen Begriff handelt, müsste also Ketten von Definitionen beinhalten, die ausschließlich in Grundbegriffen enden.

4 Lösung der Übungsaufgabe in Kapitel 4

Kapitel 4.3

- (27) Dieser Satz ist nach dem Falsifikationsprinzip sinnvoll, da er durch die Beobachtungssätze »Es regnet nicht« und »Es schneit nicht« falsifizierbar ist.
- (28) Auf den ersten Blick scheint der Satz falsifizierbar zu sein: Wenn sich am 1. Januar 2018 die Größe von keinem oder nur von einigen Gegenständen verdoppelt hat, dann scheint der Satz (28) falsifiziert zu sein. Aber: Wenn sich die Größe aller Gegenstände am 1. Januar 2018 zuvor verdoppelt hätte, wäre das aus den in Kap. 3 zu Satz (28) genannten Gründen nicht beobachtbar gewesen. Die Beobachtung von nur einigen Dingen, deren Größe sich verändert hat, widerlegt also nicht, dass sich an diesem Tag trotzdem die Größe aller Dinge einmal verdoppelt hat. Der Satz (28) ist also nach dem Falsifikationsprinzip aus denselben Gründen nicht sinnvoll, aus denen er nach dem Verifikationsprinzip nicht sinnvoll ist. (Achtung: s. Aufgabe 3 in Kap. 5.2 zu der Frage, ob die Verdopplung der Größe wirklich nicht beobachtbar/messbar wäre).
- (29) Dieser Satz ist nach dem Falsifikationsprinzip nicht sinnvoll (für eine Begründung s. Kap. 5.2).
- (30) Dieser Satz ist nach dem Falsifikationsprinzip sinnvoll, da er z. B. durch die beiden Beobachtungssätze »Fridolin ist ein Rabe« und »Fridolin ist weiß« falsifizierbar ist.

Fazit: Das Falsifikationsprinzip liefert für allquantifizierte Sätze im Gegensatz zum Verifikationsprinzip angemessene Beurteilungen der Sinnhaftigkeit dieser Sätze. Für existenzquantifizierte Sätze liefert das Falsifikationsprinzip im Gegensatz zum Verifikationsprinzip allerdings unangemessene Beurteilungen, da Sätze wie (29) als unsinnig beurteilt werden (s. Kap. 5.2). Für eine empiristische Position sollten Sätze wie (29) allerdings sinnvoll sein.

5 Lösungen der Übungsaufgaben in Kapitel 5

Kapitel 5.2

1. **Der Kreationismus:** Auf den ersten Blick scheint die These des Kreationismus, dass die Erde vor 10.000 Jahren von Gott erschaffen wurde, z. B. nach dem Falsifikationsprinzip ein sinnvoller Satz zu sein. Wenn ein Gestein oder ein Dinosaurierknochen gefunden würde, der älter als 10.000 Jahre ist, wäre der Kreationismus falsifiziert. Somit wäre der Kreationismus nach dem Falsifikationsprinzip eine sinnvolle wissenschaftliche (aber falsche) Aussage. Kreationist/innen würden wahrscheinlich argumentieren, dass das Gestein und der Dinosaurierknochen trotzdem vor 10.000 Jahren erschaffen wurden. Gott hat die Welt vor 10.000 Jahren so erschaffen, dass es für uns so wirkt, als wären diese Dinge älter als 10.000 Jahre. Wenn Kreationist/innen so argumentieren, wird der Kreationismus allerdings unsinnig. Er ist dann nicht falsifizierbar, er ist aber auch nicht verifizierbar oder bestätigbar. Jede Evidenz, die die naturwissenschaftliche Auffassung bestätigt, dass die Erde vor ca. 4,6 Milliarden Jahren entstanden ist, kann durch den Verweis auf Gott als Bestätigung des Kreationismus umgedeutet werden. Der Kreationismus ist somit empirisch gehaltlos, da er zu jeder Beobachtung passt und durch keine Beobachtung geschwächt oder widerlegt werden kann. Zusammengefasst ist der Kreationismus entweder falsch (wenn er als wissenschaftliche Behauptung aufgefasst wird) oder unsinnig.
2. **Verschwörungstheorien:** Die Argumentation zu Verschwörungstheorien läuft im Prinzip wie die Argumentation zum Kreationismus, auch wenn beide einen anderen Inhalt haben. Die Behauptung, dass das Weltgeschehen von einer geheimen Loge der Illuminaten (oder von Aliens) kontrolliert wird, wird immer so ausgelegt, dass sie durch keine Erfahrung widerlegt werden kann bzw. zu jeder Erfahrung passt. Verschwörungstheoretiker/innen müssten angeben, durch welche Erfahrung sie ihre Theorie aufgeben würden, damit diese zu einer sinnvollen Theorie wird. Da Verschwörungstheorien (so wie der Kreationismus) aber zu jeder möglichen Erfahrung passen, sind sie nach allen vorgestellten Abgrenzungskriterien unsinnig.
3. **Größenverdopplung:** Optische Geräte zur Längenmessung messen die Zeit, die ein Lichtstrahl zu einem bestimmten Punkt und wieder zurück benötigt. Mit einem solchen Gerät ist die Größenänderung also auch dann beobachtbar (messbar), wenn sich die Größe aller Gegenstände gleichzeitig verdoppelt hat. Unter Berücksichtigung optischer Geräte zur Längenmessung ergeben sich also folgende Beurteilungen für Satz (6) aus Kap. 5.2: Nach dem Verifikationsprinzip ist der Satz unsinnig, da es ein allquantifizierter Satz ist, für den das Induktionsproblem auftritt. Nach dem Falsifikationsprinzip ist der Satz sinnvoll,

da er falsifizierbar ist. Nach dem Prinzip der Bestätigbarkeit ist der Satz sinnvoll, da er bestätigbar ist.

4. **Hohlwelttheorie:** Für die Hohlwelttheorie gilt die gleiche Argumentation wie für den Kreationismus oder die Verschwörungstheorien (Aufgaben 1 und 2): Die Hohlwelttheorie ist so konstruiert, dass es keinen erfahrbaren Unterschied macht, ob wir auf der Außen- oder auf der Innenseite einer Kugel leben. Oder fällt Ihnen vielleicht doch einer ein?

6 Lösung der Übungsaufgabe in Kapitel 6

Kapitel 6.3

Das Argument ist nicht deduktiv gültig, da in der zweiten Prämisse und in der Konklusion der Ausdruck »Welt« unterschiedlich verwendet wird. Der Ausdruck »Welt« ist also semantisch mehrdeutig (s. Kap. 1.3). Es gibt zwei Welt-Begriffe: ›Welt₁‹ und ›Welt₂‹ (für *Begriffe* s. Kap. 7). Der Begriff ›Welt₁‹ wird in der ersten Prämisse und der Konklusion verwendet. Unter ›Welt₁‹ fallen bewusstseinsabhängige Welten, die in den Wahrnehmungen der wissenschaftlichen Gemeinschaft bestehen. Wenn sich diese Wahrnehmungen aufgrund eines Paradigmenwechsels ändern, ändert sich entsprechend auch die Welt. Der Begriff ›Welt₂‹ bezieht sich auf die bewusstseinsunabhängige Welt. Diese verändert sich nicht aufgrund von durch einen Paradigmenwechsel verursachten Wahrnehmungsänderungen. Die Welt₂ ist dasjenige, das aufgrund unterschiedlichen Hintergrundwissens bzw. unterschiedlicher Paradigmen unterschiedlich wahrgenommen wird. Es handelt sich um die Welt an sich. Sie ist sozusagen das (gleichbleibende) Material für die (unterschiedlichen) Wahrnehmungen. In der Welt₂ befindet sich die wissenschaftliche Gemeinschaft immer – also auch nach einem Paradigmenwechsel. Wird der Ausdruck »Welt« in der Konklusion also als ›Welt₂‹ verstanden, folgt die Konklusion nicht aus den Prämissen und das Argument ist nicht deduktiv gültig.

7 Lösungen der Übungsaufgaben in Kapitel 7

Kapitel 7.2

Erwachsene Personen bilden die Gegenstände, die nach ihrem Familienstand kategorisiert werden können. Aus den folgenden beiden Gründen bilden die Begriffe ›ledig‹, ›liiert‹, ›verheiratet‹ und ›geschieden‹ keine Nominalskala für den Familienstand: Erstens kann eine Person unter zwei Begriffe fallen, da eine Person sowohl ledig als auch liiert oder sowohl verheiratet als auch liiert sein kann. Die Kategorien besitzen also Schnittmengen und sind somit nicht disjunkt. Zweitens bilden Witwer und Witwen eine eigene Kategorie des Familienstands, die von den genannten Begriffen nicht abgebildet wird. Es kann also Personen geben, die unter keinen der genannten Begriffe fallen: Nicht liierte Witwer bzw. nicht liierte Witwen sind nicht ledig, nicht liiert, nicht verheiratet und nicht geschieden.

Kapitel 7.3.1

Aufgabe a)

$$\text{Kind}(v,w) \leftrightarrow_{\text{Df}} \text{Elternteil}(w,v)$$

$$\text{Geschwisterteil}(v,w) \leftrightarrow_{\text{Df}} \text{Es gibt ein } x \text{ und ein } y, \text{ so dass gilt: } \text{Elternteil}(x,v) \wedge \text{Elternteil}(x,w) \wedge \text{Elternteil}(y,v) \wedge \text{Elternteil}(y,w) \wedge (x \neq y)$$

Erläuterung: Der Begriff ›Geschwisterteil‹ wurde dadurch definiert, dass die Geschwister v und w gemeinsame Elternteile haben (x und y). Der Form halber wurde in die Definition noch eingefügt, dass x und y unterschiedliche Personen sind (was aus rein logischen Gründen nicht der Fall sein muss). Die Definition gibt einen engen Begriff von Geschwisterteilen, der Halbgeschwister, die nur ein gemeinsames Elternteil haben, nicht mit einschließt. Ein weiter Begriff von Geschwisterteilen würde nur mindestens ein gemeinsames Elternteil fordern, so dass auch Halbgeschwister unter diesen Begriff fallen.

$$\text{Bruder}(v,w) \leftrightarrow_{\text{Df}} \text{Geschwisterteil}(v,w) \wedge \neg \text{weiblich}(v)$$

$$\text{Tante}(v,w) \leftrightarrow_{\text{Df}} \text{Es gibt ein } x, \text{ so dass gilt: } \text{Elternteil}(x,w) \wedge \text{Geschwisterteil}(v,x) \wedge \text{weiblich}(v)$$

$$\text{Cousin}(v,w) \leftrightarrow_{\text{Df}} \text{Es gibt ein } x \text{ und ein } y, \text{ so dass gilt: } \text{Elternteil}(x,w) \wedge \text{Geschwisterteil}(y,x) \wedge \text{Elternteil}(y,v) \wedge \neg \text{weiblich}(v)$$

Großnichte 2. Grades $(v,w) \leftrightarrow_{\text{Df}}$ Es gibt ein x , ein y , ein z_1 und ein z_2 , so dass gilt: $\text{Elternteil}(x,w) \wedge \text{Geschwisterteil}(y,x) \wedge \text{Elternteil}(y,z_1) \wedge \text{Elternteil}(z_1,z_2) \wedge \text{Elternteil}(z_2,v) \wedge \text{weiblich}(v)$

Erläuterung: Meine Großnichte 2. Grades ist die Tochter des Kindes meines Cousins oder meiner Cousine.

Aufgabe b)

Das dritte Geschlecht »divers« bedeutet für die Definition von Verwandtschaftsbeziehungen Folgendes: Erstens reicht das eine Geschlecht »weiblich« für die obigen Definitionen nicht mehr aus, da aus der Eigenschaft einer Person, nicht weiblich zu sein, nicht folgt, welches Geschlecht sie hat. Sie kann männlich oder divers sein. Zweitens fehlen im Deutschen Ausdrücke für diverse Verwandte. Zwar kann der Begriff »diverses Geschwisterteil eines Elternteils« als Entsprechung zu »Tante« oder »Onkel« gebildet werden, aber der Begriff ist im Deutschen (noch) nicht lexikalisiert. Das heißt, dass es noch keinen sprachlichen Ausdruck gibt, mit dem man diesen Begriff ausdrücken kann bzw. mit dem man diverse Geschwisteranteile eines Elternteils mit einem Wort bezeichnen kann. Die Verwandtschaftsbeziehung zu dem weiblichen Geschwisterteil eines meiner Elternteile kann ich durch die Worte »meine Tante« ausdrücken, aber die Verwandtschaftsbeziehung zu einem diversen Geschwisterteil eines meiner Elternteile kann ich nur durch die Worte »ein diverses Geschwisterteil eines meiner Elternteile« ausdrücken.

Kapitel 7.3.2

1. Wenn Lackmuspapier in eine Flüssigkeit gegeben wird (Testbedingung), dann ist die Flüssigkeit genau dann eine Säure (operationalisierter Begriff), wenn sich das Lackmuspapier rot färbt (Reaktion).
2. Wenn Bromthymolblau in eine Flüssigkeit gegeben wird (Testbedingung), dann ist die Flüssigkeit genau dann eine Säure (operationalisierter Begriff), wenn sich die Flüssigkeit gelb färbt (Reaktion).
3. Wenn in eine Flüssigkeit Lackmuspapier gegeben wird (Testbedingung 1) und in diese Flüssigkeit anschließend Bromthymolblau gegeben wird (Testbedingung 2), dann färbt sich das Lackmuspapier genau dann rot (Reaktion 1), wenn sich die Flüssigkeit mit dem Bromthymolblau gelb färbt (Reaktion 2).

Erläuterung: Der Satz in Aufgabe 3 ergibt sich aus den Operationalisierungen des Begriffs »Säure« in den Aufgaben 1 und 2. Im Satz in Aufgabe 3 wird der operationalisierte Begriff »Säure« nicht mehr erwähnt. Er drückt ausschließlich beobachtbare Testbedingungen und beobachtbare Reaktionen aus und kann experimentell überprüft werden. Genaugenommen deckt die Rotfärbung von Lackmuspapier nicht exakt denselben pH-Bereich ab wie die Gelbfärbung durch Bromthymolblau. Approximativ ist der Satz aber richtig.

8 Lösung der Übungsaufgabe in Kapitel 8

Kapitel 8.2

- (17) Der Satz »Alle frei lebenden Pinguine leben auf der Südhalbkugel« ist kein wissenschaftliches Gesetz, da er falsch ist. Es gibt Galapagos-Pinguine, die auf der Nordhalbkugel leben. Angenommen, diese vom Aussterben bedrohte Art stirbt aus, so dass der Satz (17) wahr ist: Wäre (17) dann ein Gesetz? Nein, da der Satz trotzdem an der Bedingung (5) der kontrafaktischen Konditionale scheitern würde. Angenommen, ein beliebiges auf der Nordhalbkugel lebendes Tier wäre ein frei lebender Pinguin: Würde dieses Tier dann auf der Südhalbkugel leben? Die Antwort ist »nein«. Vielmehr wäre dann der Satz (17) falsch. Dies liegt daran, dass es keinen kausalen Zusammenhang gibt zwischen der Eigenschaft, ein frei lebender Pinguin zu sein, und der Eigenschaft, auf der Südhalbkugel zu leben. Wenn der Satz (17) also wahr wäre, wäre er ein akzidenteller Allsatz.
- (18) Der Satz »Jeder Mond kreist um einen Planeten« ist kein Gesetz, da er analytisch ist. Um einen Planeten zu kreisen ist notwendig dafür, ein Mond zu sein. Der Satz ist aus rein sprachlichen Gründen wahr (s. <https://www.mpifr-bonn.mpg.de/607414/planeten>). Diese klassische Definition von Monden als Himmelskörper, die Planeten umkreisen, zieht allerdings Probleme nach sich. Z. B. ist der Himmelskörper Pluto kein Planet, sondern ein Zwergplanet. Zwergplaneten sind dabei keine besondere Art von Planeten, sondern es sind keine Planeten. Trotzdem sagt man, dass Pluto Monde besitzt, was eine andere Definition von »Mond« voraussetzt, da Pluto (per Definition) kein Planet ist. Wird die klassische Definition des Begriffs »Mond« aufgegeben, ist Satz (18) nicht mehr analytisch. Er wäre dann trotzdem kein Gesetz, da er dann falsch wäre: Die Monde des Pluto kreisen schließlich um keinen Planeten, sondern um einen Zwergplaneten.

- (19) Die berühmte von Einstein postulierte Formel » $E = mc^2$ « sollte nach den aufgestellten Kriterien als Gesetz beurteilt werden. Sollten die Kriterien ergeben, dass es sich nicht um ein Gesetz handelt, wäre dies für viele Wissenschaftstheoretiker/innen sicherlich ein Grund, an der Adäquatheit der Kriterien zu zweifeln. Die erste Bedingung ist erfüllt, da es sich um einen allquantifizierten Satz handelt. Der Allquantor ist implizit in der Formel enthalten: Für alle Dinge gilt die Äquivalenz von Masse und Energie entsprechend Satz (19). Der Satz ist synthetisch, da er nicht aus rein sprachlichen Gründen wahr ist. Es handelt sich nicht um eine Definition des Begriffs »Energie«. Der Satz ist wahr bzw. sehr gut bestätigt. Ob die vierte Bedingung erfüllt ist, kann man der Formel ähnlich wie bei der ersten Bedingung in ihrer gegebenen Form nicht direkt ansehen. Wenn es keine Implikation gibt, kann es auch keine Antezedensbedingungen geben. Um die vierte Bedingung überprüfen zu können, wird die Formel zunächst in eine prädikatenlogische Form übertragen:

$$(19^*) \forall x((E(x) = q) \leftrightarrow (\text{Produkt}(m(x), c^2) = q))$$

Satz (19*) ist in der Prädikatenlogik (2. Stufe mit Identität) formuliert und liest sich wie folgt: Für alle Dinge x gilt: Die Energie von x ist genau dann gleich q , wenn das Produkt der Masse von x mit dem Quadrat der Lichtgeschwindigkeit gleich q ist. Die Biimplikation enthält in beide Richtungen ausschließlich relevante Antezedensbedingungen. Die vierte Bedingung ist somit erfüllt. Die fünfte Bedingung ist erfüllt, da der Satz kontrafaktische Konditionale begründet: Wenn sich die Energie dieses Gegenstandes verändern würde, dann würde sich auch seine Masse entsprechend Gleichung (19) ändern. Wird z. B. ein Akku geladen, vergrößert sich seine Masse. Durch den großen Faktor c^2 ist diese Masseänderung allerdings sehr gering. Die sechste Bedingung ist erfüllt, da es sich um ein raumzeitlich unbeschränktes Gesetz handelt.

- (20) Satz (20) ist ein Gesetz, da er alle sechs Bedingungen erfüllt.
 (21) Satz (21) ist kein Gesetz, da er nicht relevante Antezedensbedingungen enthält. Eine Behandlung mit Paracetamol hat eine über den Placeboeffekt hinausgehende fiebersenkende Wirkung. Ob zusätzlich noch das homöopathische Mittel Belladonna D-30 gegeben wird, ist für eine über den Placeboeffekt hinausgehende fiebersenkende Wirkung nicht relevant.

9 Lösung der Übungsaufgabe in Kapitel 9

Kapitel 9.1.1

Fall (a) ist eine Begründung, die keine Erklärung ist, da Fall (a) die Bedingungen (R1) bis (R4), aber nicht die Bedingung (R5) erfüllt. Der Schluss von den entsprechenden geometrischen Gesetzen und den empirischen Antezedensbedingungen der Schattenlänge und des Sonnenstandes ist deduktiv gültig (R1). Das Explanans enthält also auch mindestens ein Gesetz (R2), es hat empirischen Gehalt (R3) und es ist in der Aufgabe vorausgesetzt, dass es wahr ist (R4). Die Bedingung (R5) ist allerdings nicht erfüllt, da das Explanans keine kausale Ursache für das Explanandum-Ereignis ausdrückt. Der Fahnenmast hat nicht eine bestimmte Höhe, *weil* der Schatten eine bestimmte Länge und die Sonne in einer bestimmten Höhe am Himmel steht. Der Fahnenmast hat vielmehr eine bestimmte Höhe, weil er so produziert wurde.

Fall (b) ist eine Erklärung, da zusätzlich zu den Bedingungen (R1) bis (R4) auch die Bedingung (R5) erfüllt ist: Der Schatten hat eine bestimmte Länge, *weil* der Fahnenmast eine bestimmte Höhe hat und die Sonne in einer bestimmten Höhe am Himmel steht.

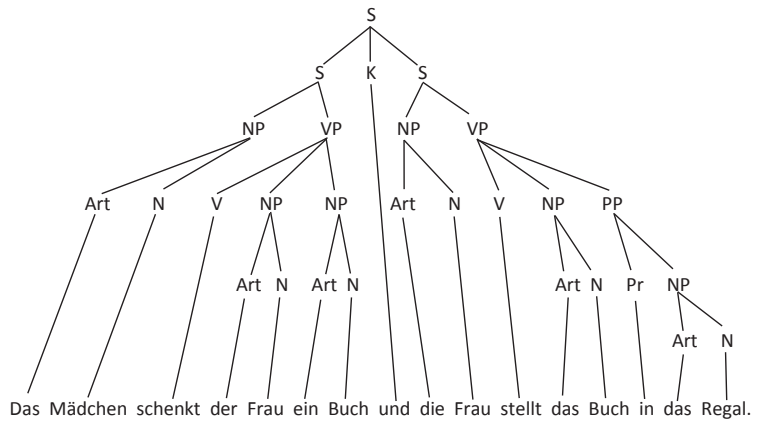
10 Lösung der Übungsaufgabe in Kapitel 10

Kapitel 10.1.3

Die Psychologie gehört laut Definition nicht zu den Kulturwissenschaften. Denn ihr Untersuchungsgegenstand ist nicht in erster Linie das von Menschen gestaltend Hervorgebrachte (wie Literatur, Musik, Kleidung, Bauwerke oder die Organisation menschlichen Zusammenlebens).

11 Lösung der Übungsaufgabe in Kapitel 11

Kapitel 11.2.1



12 Lösungen der Übungsaufgaben in Kapitel 12

Kapitel 12.4.1

- a) Die Menge Q der Quadrate der natürlichen Zahlen > 0 ist unendlich. Zum Beweis dieser Behauptung ist zu zeigen, dass Q eine echte Teilmenge enthält, die die gleiche Mächtigkeit besitzt wie Q . Nun kann man mit Elementen aus Q die Teilmenge Q^2 der Quadrate der Quadrate der natürlichen Zahlen > 0 bilden: 1, 16, 81, 256, 625, 1296 usw. (oder eine analoge Teilmenge). Q^2 ist eine echte Teilmenge von Q . Außerdem kann man die Elemente von Q^2 (die Quadrate der Quadrate) umkehrbar eindeutig ihren (positiven) Quadratwurzeln, d. h. genau den Elementen von Q zuordnen, weshalb Q^2 und Q die gleiche Mächtigkeit haben:

1	16	81	256	625	1296 ...
↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑
1	4	9	16	25	36 ...

- b) Die Menge der Quadrate der natürlichen Zahlen > 0 ist abzählbar unendlich. Denn jede dieser Quadratzahlen lässt sich umkehrbar eindeutig ihrer Basis zuordnen, und diese Grundzahlen bilden gerade die Folge der natürlichen Zahlen:

1	4	9	16	25	36 ...
↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑
1	2	3	4	5	6 ...

Kapitel 12.4.2

1. Anders als einzelne Objekte, von denen es verschiedene geben kann, oder als Ganzheiten, die man als Zusammenfassungen von Mannigfaltigem versteht, besitzt eine Einheit als Einmaliges, nicht weiter Zerlegbares einen Sonderstatus. In der Theorie der natürlichen Zahlen hebt sie sich von den anderen Zahlen ab als etwas, von dem man nichts subtrahieren kann und das nicht durch andere Zahlen dividiert werden kann. Im Hinblick auf den Aufbau des Zahlensystems hat man die Eins oder Einheit oft als Ausgangspunkt betrachtet.
2. In jedem systematisch-numerischen Zusammenhang, den man von einer Einheit ausgehend aufbaut, gibt es nur eine Einheit. Denkt man z. B. an die Längenmessung, für die das Urmeter (oder ein neueres Äquivalent) die Einheit bildet, dann ist klar, dass es sehr wohl Kopien davon, aber nur *ein* Urmeter geben kann. Gleiches gilt für das Urkilo-

gramm (oder sein Äquivalent) als Einheit im Bereich des Gewichtsmessens oder für die Eins als alleinige Einheit im System der natürlichen Zahlen.

3. Wenn es gemäß (2) nur eine Einheit gibt, dann ist die dritte Frage falsch gestellt. – Im Fall der Längenmessung geht man so vor, dass man die *eine* Einheit mehrfach hintereinander abträgt (was sich durch Zollstöcke u. ä. vereinfachen lässt). Im Fall der Mathematik ist die Antwort auf die Frage nach dem Aufbau des Zahlensystems komplizierter, weil zunächst der Begriff der natürlichen Zahl geklärt werden muss.

Kapitel 12.5

1. Wir nehmen gemäß Aufgabenstellung an, dass die Menge M sich nicht selbst als Element enthält. Nun ist M als diejenige Menge definiert, die alle Mengen als Elemente enthält, die sich nicht selbst als Element enthalten. Also muss M sich selbst als Element enthalten. Dieses Resultat widerspricht der Annahme.
2. Wir nehmen jetzt gemäß Aufgabenstellung an, dass M sich selbst als Element enthält. Nun sind die in M als Element enthaltenen Mengen aber als diejenigen definiert, die sich nicht selbst als Element enthalten. Dieses Resultat widerspricht der zweiten Annahme. So oder so ergibt sich ein Widerspruch.

13 Lösungen der Übungsaufgaben in Kapitel 13

Kapitel 13.2

Aufgabe a)

Die durch die Verschmelzung der beiden schwarzen Löcher in Form von Gravitationswellen freigesetzte Energie wird mit der Formel

$$(10) \quad E = m \cdot c^2$$

berechnet. Die drei Sonnenmassen, die in Energie umgewandelt wurden, betragen

$$3 \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ kg} = 6 \cdot 10^{30} \text{ kg}.$$

Umgerechnet in m/s beträgt die Lichtgeschwindigkeit

$c = 300.000.000 \text{ m/s}$. Damit ist die Lichtgeschwindigkeit zum Quadrat

$c^2 = 90.000.000.000.000.000 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 9 \cdot 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$. Eingesetzt in die

Formel (10) ergibt sich somit die Energie

$$E = 6 \cdot 10^{30} \text{ kg} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2 = 5,4 \cdot 10^{47} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 = 5,4 \cdot 10^{47} \text{ J}.$$

Aufgabe b)

Die Leistung (P) ist Energie (E) pro Zeit (t): $P = E/t$. Um die Zeit zu berechnen, die man mit der in (a) gegebenen Energiemenge staubsaugen kann, wird die Formel nach t umgestellt: $t = E/P$. Jetzt wird für E der Wert $5,4 \cdot 10^{47} \text{ J}$ eingesetzt und für P die Leistung des Stabsaugers $P = 1000 \text{ W}$. Das ergibt folgenden Ausdruck:

$$\begin{aligned} t &= \frac{5,4 \cdot 10^{47} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^2 \cdot \text{s}}{1000 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^2} = 5,4 \cdot 10^{44} \text{ s} = 9 \cdot 10^{42} \text{ min} \\ &= 1,5 \cdot 10^{41} \text{ h} = 6,25 \cdot 10^{39} \text{ d} = 1,7 \cdot 10^{37} \text{ a} \end{aligned}$$

Mit der gegebenen Energiemenge kann also $1,7 \cdot 10^{37}$ Jahre lang staubgesaugt werden. Da das Universum ca. 13,8 Milliarden Jahre alt ist, kann man mit dieser Energie

$$1,7 \cdot 10^{37} / (13,8 \cdot 10^9) = 1\,231\,884\,057\,971\,014\,492\,753\,623\,188$$

Mal vom Urknall bis heute staubsaugen.

Wissenschaftstheorie

Eine Einführung

Kornmesser, S.; Büttemeyer, W.

2020, IX, 247 S. 18 Abb., 10 Abb. in Farbe., Softcover

ISBN: 978-3-476-04742-7