

Mentale Modelle und kognitive Täuschungen

Claudia Obermaier

Universität Koblenz,
obermaie@uni-koblenz.de

Zusammenfassung Der Mensch ist zweifellos die intelligenteste Spezies der Welt. Trotzdem unterlaufen ihm beim logischen Denken zahlreiche Fehler, wenn er nach den von den Menschen selbst entwickelten Regeln der formalen Logik beurteilt wird. Viele der beobachteten Fehler treten systematisch auf und konnten daher genauer untersucht werden. Diese Seminararbeit beschäftigt sich mit Theorien, die den Prozeß des logischen Denkens zu erklären versuchen. Darüber hinaus werden einige der Fehler, die dem Menschen beim logischen Denken unterlaufen, erläutert und Erklärungen für ihr Auftreten angegeben. Anschließend beschäftigen wir uns mit der Frage, wie Menschen Hypothesen testen, und welche Probleme durch einseitige Teststrategien auftreten können.

1 Theorien des deduktiven Denkens

Unter logischem Denken versteht man den Prozess, bei dem wir ein gegebenes Problem mit unserem Wissen kombinieren und daraus neue Schlüsse ableiten. Es gibt verschiedene Theorien, die zu erklären versuchen, wie Menschen deduktiv denken. Bei diesen Theorien wird zwischen Theorien auf dem “algorithmischen Level“ und auf dem “berechnenden Level“ unterschieden. Theorien auf dem “algorithmischen Level“ erläutern, wie Menschen Berechnungen und Deduktionen ausführen. Idealerweise wird dies so genau erklärt, dass man daraus ein Computerprogramm konstruieren kann, welches den menschlichen Denkprozess simuliert. Theorien auf dem “berechnenden Level“ (computational level) spezifizieren im Gegensatz dazu nicht wie der Mensch die Deduktion ausführt, sondern nur was beim menschlichen Denkprozess berechnet wird. Darüber hinaus wird spezifiziert warum etwas beim Deduktionsprozess berechnet wird und welche Einschränkungen bei diesem Prozess wirken. Im folgenden betrachten wir jedoch nur Theorien auf dem algorithmischen Level und lernen die zwei wichtigsten dieser Theorien kennen. Der interessierte Leser findet unter [JLB91] und [Mec04] ausführliche Informationen zu diesen und weiteren Theorien.

1.1 Theorie der mentalen Logik

Die Theorie der mentalen Logik war lange Zeit die am weitesten verbreitete Theorie. Bei dieser Theorie wird angenommen, dass der Mensch eine eigene mentale Logik mit formalen Inferenzregeln besitzt. Solche Regel können z.B. der Modus Ponens oder der Modus Tollens sein. Es wird angenommen, dass der

Mensch mit Hilfe dieser Regeln deduktiv denken kann und komplexere Inferenzen durch die Kombination von einigen Grundregeln aufgebaut. Es gibt verschiedene Vorstellungen über die Anzahl und die Art der formalen Regeln, die die mentale Logik des Menschen enthält. In [JLB91] Seite 30 Tabelle 2.2 findet man eine detaillierte Auflistung verschiedener Theorien mit den dazugehörigen Regeln.

Fehlerhaftes logisches Schließen wird dadurch erklärt, dass die betroffene Person unfähig ist, die Regeln anzuwenden. Darüberhinaus wird davon ausgegangen, dass Regeln, die direkt in der mentalen Logik enthalten sind, wesentlich einfacher angewendet werden können, als Regeln, die durch Kombination von mehreren dieser Grundregeln entstanden sind. Wie stellen sich die Anhänger der Theorie der mentalen Logik nun die Anwendung der formalen Regeln vor? Betrachten wir dazu ein Beispiel:

Mit den beiden Aussagen:

Wenn es regnet, ist die Straße nass.

Es regnet.

können wir leicht den Schluss "Die Straße ist nass" aufstellen. Die Anhänger der Theorien der mentalen Logik erklären diese Schlussfolgerung damit, dass wir die Prämissen der gegebenen Aussagen mit den Prämissen in einer bekannten formalen Schlussregel verglichen haben. In diesem Fall mit der Regel des Modus Ponens:

Wenn P, dann Q,

P

Folglich Q.

Im obigen Beispiel wird beim Vergleich festgestellt, dass P der Aussage "es regnet" und Q der Aussage "die Straße ist nass" entspricht. Damit kann, nach der Regel des Modus ponens, der Schluss Q aufgestellt werden, der der Aussage "die Straße ist nass" entspricht. Für diese Art von Schlussfolgerungen ist der Inhalt der gegebenen Aussagen völlig irrelevant. Interessant ist nur die abstrakte Form der Aussagen.

Kritik an der Theorie der mentalen Logik: Ein Kritikpunkt an der Theorie der mentalen Logik ist die Tatsache, dass sich Menschen häufig vom semantischen Gehalt der Prämissen beeinflussen lassen. Die formalen Regeln sollten jedoch unabhängig vom Inhalt angewandt werden. Daher sind unterschiedliche Testergebnisse bei Tests in denen sich die Aussagen nur inhaltlich unterscheiden, durch die formale Regeltheorie schwer zu erklären. Anhänger der Theorie erwidern auf diesen Kritikpunkt, dass der Inhalt der Aussagen die Deduktion nur während der Interpretation der Prämissen beeinflusst. So könne es z.B. vorkommen, dass die Versuchsperson Informationen hinzufügt oder weglässt und dadurch später bei der Deduktion zu falschen Ergebnissen kommt.

Es gibt einen weiteren Grund, die Existenz einer mentalen Logik anzuzweifeln, denn deduktive Kompetenz muss von mehr als nur Logik abhängen, denn sonst würden ständig gültige aber banale Schlüsse gezogen werden. Z.B. wenn A gilt, dann gilt auch A und A und A oder A usw.

1.2 Theorie der mentalen Modelle

Wie wir bereits gesehen haben, kann die Theorie der mentalen Logik nicht den kompletten menschlichen Deduktionsvorgang erklären. Trotz allem können Menschen gültige Deduktionen anstellen. Daher braucht man einen neuen Ansatz. Eine weitere Theorie, die Theorie der mentalen Modelle, wurde von Johnson-Laird und Byrne entwickelt. Betrachten wir dazu ein einführendes Beispiel:

Die schwarze Kugel liegt direkt hinter der weißen Kugel.

Die grüne Kugel ist rechts von der weißen Kugel und zwischen den beiden liegt die rote Kugel.

Daher: wenn ich mich so bewege, dass die rote Kugel zwischen mir und der schwarzen Kugel ist, dann ist die weiße Kugel links von meiner Sichtlinie.

Man kann formale Regel angeben, die diesen Schluss begründen. Naheliegender ist jedoch, dass sich der Mensch die Lage der Kugeln vorstellt und er sich eine mentale Struktur in Form eines Modells aufbaut, die der präsentierten Situation ähnelt. Damit sind wir schon bei der Grundidee der Theorie der mentalen Modelle, nämlich dass Denken die Manipulation von solchen Modellen ist.

Die drei Stufen der Deduktion Wie in Abbildung 1 nach [JLB91] dargestellt ist, läuft der Prozess der Deduktion in drei Schritten ab. Sehen wir uns diese Schritte etwas genauer an.

1. Werden einige Aussagen vorgegeben, so benutzt der Mensch sein sprachliches und allgemeines Wissen um die genannten Prämissen zu verstehen. Aus den so erlangten Informationen baut er sich ein Modell auf, welches die Prämissen beschreibt.
2. Der logische Denker formuliert eine Beschreibung seines Modells. Diese Beschreibung enthält nicht nur die Informationen aus den vorgegebenen Prämissen, sondern auch weitere, daraus abgeleitete Informationen, die in den Prämissen selbst nicht explizit formuliert sind.
3. Der logische Denker sucht nun nach alternativen Modellen, die der im zweiten Schritt aufgestellten Behauptung widersprechen. Findet er ein solches Modell, so ist die getätigte Behauptung falsch und er wiederholt den Zyklus ab dem zweiten Schritt. Findet er kein solches Modell, so ist die aufgestellte Behauptung gültig.

Psychologen gehen davon aus, dass die Menschen nur ein Minimum an Modellen konstruieren und daher wird der oben beschriebene Zyklus nach endlicher Zeit durchlaufen sein.

Bei dem dreistufigen Deduktionsprozess wird im letzten Schritt überprüft, ob die aufgestellte Behauptung gültig ist. Trotzdem unterlaufen uns häufig Fehler beim logischen Denken. Wie kommt es dazu?

Im zweiten Schritt kann durchaus eine falsche Behauptung aufgestellt werden. Daher ist es wichtig, dass im dritten Schritt nach Modellen gesucht wird, die

Prämissen und Allgemeinwissen



VERSTÄNDNIS



Modelle



BESCHREIBUNG



mutmaßliche Folgerung



BEWERTUNG:
Suche nach
alternativen
Modellen
(Gegenbeispiele)



gültige Folgerung

Abbildung 1. Die drei Stufen der Deduktion.

der getätigten Behauptung widersprechen. Wird diese Suche nach alternativen Modellen nicht gründlich durchgeführt, so kann es passieren, dass eine falsche Behauptung nicht widerlegt wird. Da das menschliche Gehirn kein unbegrenzt großer Speicher ist, treten fehlerhafte Schlüsse typischerweise dann auf, wenn sehr viele mögliche Modelle betrachtet werden müssen.

Es ist wichtig anzumerken, dass die Theorie der mentalen Modelle nicht behauptet, dass der Mensch eine komplette Wahrheitstabelle aufstellt. Es ist eher so, dass er die Modelle aufbaut, in denen die Prämissen wahr sind und dann herausfindet, was sonst noch wahr sein muss. Wie sehen aber diese Modelle, die der Mensch in seinem Kopf aufbaut, aus? Eine Vielzahl an Beispielen für mentale Modelle findet man unter [JLB91] und [JL96]. Zwei klassische Beispiele betrachten wir im Folgenden.

Beispiele Einer Versuchsperson (im Folgenden mit VP abgekürzt) wird die folgende Disjunktion vorgelegt: “An der Tafel ist ein Kreis oder ein Dreieck.“, wobei die Disjunktion, wie in der Logik üblich, als nicht ausschließende Disjunktion zu verstehen ist.

Mit diesen Informationen baut die VP folgendes Modell auf:

$$\begin{array}{l} \triangle \quad \bigcirc \\ \triangle \quad - \bigcirc \\ - \triangle \quad \bigcirc \end{array}$$

Dabei stellt jede Zeile ein mentales Modell dar. Die erste Zeile steht z.B. für das Modell, in dem sowohl ein Dreieck als auch ein Kreis an der Tafel zu sehen ist. Das “-“ bezeichnet die Negation. Also bedeutet die zweite Zeile, dass an der Tafel ein Dreieck, aber kein Kreis steht. Wird nun die Aussage “An der Tafel gibt es kein Dreieck“ hinzugefügt, so bleibt nur noch das dritte Modell, da alle anderen Modelle davon ausgehen, dass es an der Tafel ein Dreieck gibt. Damit bleibt also nur noch das Modell

$$- \triangle \quad \bigcirc$$

welches die Schlussfolgerung: “An der Tafel steht ein Kreis.“ erlaubt.

Kommen wir nun zu einem interessanteren und auch wesentlich komplexeren Beispiel. Einer VP wird vorgegeben, dass sich in einem Raum Archäologen, Biologen und Schachspieler befinden. Außerdem werden die Aussagen

Keiner der Archäologen ist ein Biologe.
Alle Biologen sind Schachspieler.

vorgegeben und die VPn werden dazu aufgefordert eine gültige Schlussfolgerung zu formulieren, falls dies möglich ist. 60% der VPn gaben an, dass “Keiner der Archäologen ist Schachspieler.“ eine gültige Folgerung sei, was jedoch falsch ist.

Untersuchen wir, wie es zu diesem Fehler kommt. Aus den gegebenen Aussagen lässt sich das folgende mentale Modell konstruieren.

$$\begin{array}{l} [Archäologe] \text{ --} Biologe \\ [Archäologe] \text{ --} Biologe \\ [Biologe] \text{ Schachspieler} \\ [Biologe] \text{ Schachspieler} \end{array}$$

In diesem Fall sind wir davon ausgegangen, dass es im betrachteten Raum genau zwei Archäologen und genau zwei Biologen gibt. Die eckigen Klammern deuten Exhaustion an, d.h. dass es keinen Biologen gibt, der nicht Schach spielt. Die Schachspieler sind nicht exhaustiert dargestellt, denn die vorgegebenen Aussagen erlauben durchaus Schachspieler, die keine Biologen sind. Dies fällt aber den wenigsten VPn auf und so scheint dieses Modell die oben angegebene falsche Schlussfolgerung zu unterstützen. Eine gründliche Suche nach Gegenbeispielen kann ein Modell liefern, welches diese Schlussfolgerung widerlegt:

$$\begin{array}{l} [Archäologe] \text{ --} Biologe \\ [Archäologe] \text{ --} Biologe \text{ Schachspieler} \\ [Biologe] \text{ Schachspieler} \\ [Biologe] \text{ Schachspieler} \end{array}$$

Dieses Modell zeigt, dass es möglich ist, dass ein Archäologe ein Schachspieler ist. Die beiden aufgeführten Modelle unterstützen eine weitere falsche Schlussfolgerung, die 10% der VPn als gültigen Schluss angeben: "Einige Archäologen sind keine Schachspieler". Aber auch diese Folgerung lässt sich durch ein alternatives Modell widerlegen, denn

$$\begin{array}{l} [Archäologe] \text{ --} Biologe \text{ Schachspieler} \\ [Archäologe] \text{ --} Biologe \text{ Schachspieler} \\ [Biologe] \text{ Schachspieler} \\ [Biologe] \text{ Schachspieler} \end{array}$$

zeigt, dass es denkbar ist, dass alle Archäologen Schachspieler sind. Betrachtet man nun alle drei Modelle, so könnte man durchaus zur gleichen Ansicht wie 10% der VPn kommen, nämlich dass es gar keine gültige Schlussfolgerung gibt. Aber auch dies ist falsch, denn der Schluss "Einige der Schachspieler sind keine Archäologen" ist gültig. Dass keine der VPn zu diesem Schluss gekommen ist, zeigt wie schwer es ist, diese Schlussfolgerung zu finden. Die Schwierigkeit liegt nach [JL96] darin, dass die beiden vorgegebenen Aussagen miteinander verknüpft werden müssen und außerdem viele verschiedene mentale Modelle aufgestellt und untersucht werden müssen. Es stellt sich jedoch die Frage, ob die Schwierigkeit dieser gültigen Deduktion nicht auch noch dadurch erhöht wird, dass die beiden vorgegebenen Aussagen allquantifiziert sind und die gesuchte Schlussfolgerung existenzquantifiziert ist.

Kritik an der Theorie der mentalen Modelle Obwohl die Theorie der mentalen Modelle der Ansatz der Wahl ist, wenn es um die Erforschung des logischen Denkens geht, gibt es dennoch einige Kritikpunkte an dieser Theorie:

- Die Notation der mentalen Modelle ist nicht eindeutig festgelegt. Insbesondere der Gebrauch von Klammern ist nicht einheitlich.
- Es ist nicht geklärt, wie die Suche nach Gegenbeispielen, die im dritten Deduktionsschritt vorgenommen wird, durchgeführt wird.
- Das Lösen von deduktiven Aufgaben, die unendlich große Mengen betreffen, wie z. B. “Jede natürliche Zahl hat einen Nachfolger“, kann von der Modelltheorie nicht erklärt werden.

2 Störungen im Deduktionsprozess: Voreingenommenheit

Jeder von uns hat Ansichten und Vorurteile. Beim logischen Denken analysieren wir nicht nur die gegebenen Aussagen, sondern benutzen auch unser bisheriges Wissen. Daher ist es einleuchtend, dass sich unsere Vorurteile auf logische Schlussfolgerungen auswirken können. Wie dies aussieht, und wie man diesen Effekt durch die oben vorgestellten Theorien erklären kann, sehen wir im Folgenden.

2.1 Bias

In [PP97] wird das Wort Bias recht frei als “mentaler Tunnel“ übersetzt. Eine weniger freie Übersetzung wäre Voreingenommenheit, Neigung oder Befangenheit. Ein Bias liegt vor, wenn wir uns im Entscheidungsprozess von unseren Vorurteilen und Ansichten beeinflussen lassen. Man kann sich das so vorstellen, dass wir durch einen Bias unbewusst in eine bestimmte Denkrichtung “gezogen“ werden. Wir werden nun den Belief Bias und den Confirmation Bias genauer betrachten. Der interessierte Leser findet unter [EO96] Informationen zu einem weiteren Bias, dem sogenannten Matching Bias, sowie weiterführende Informationen zum Belief und Confirmation Bias.

2.2 Belief Bias

In zahlreichen Studien wurde untersucht, welche Auswirkungen die Ansichten und Vorurteile einer VP auf deren logisches Denkvermögen haben. Dabei stellte sich heraus, dass VPn glaubwürdige Schlussfolgerungen gegenüber unglaubwürdigen Schlussfolgerungen vorziehen. Wobei glaubwürdig hier bedeutet, dass die entsprechende Schlussfolgerung nicht widersprüchlich zum Wissen der VP ist. Hierzu ein kleines Beispiel:

Beispiel Fordert man VPn dazu auf, aus den beiden Aussagen

- Alle Franzosen sind Weintrinker.
- Einige Weintrinker sind Gourmets.

falls möglich eine Schlussfolgerung aufzustellen, so behaupten viele VPn, dass daraus die Aussage "Einige Franzosen sind Gourmets." folgt. Die meisten Versuchspersonen denken, dass einige Franzosen tatsächlich Gourmets sind und halten daher die aufgestellte Schlussfolgerung für sehr glaubwürdig. Trotzdem handelt es sich um eine falsche Schlussfolgerung, da sich aus den beiden obigen Aussagen nicht schließen lässt, dass die Gourmets, bei denen es sich um Weintrinker handelt auch Franzosen sind. Außerdem ist es durchaus denkbar, dass es Gourmets gibt, die gar keine Weintrinker sind, und somit auch keine Franzosen sein können. Daher kann die Menge der Franzosen und die Menge der Gourmets disjunkt sein.

Betrachten wir nun die folgenden Aussagen:

Alle Franzosen sind Weintrinker.
Einige Franzosen sind Italiener.

Der Aufbau dieser Aussagen entspricht dem der obigen Aussagen, lediglich das Wort "Gourmets" wurde durch "Italiener" ersetzt. Ein zu der im obigen Fall häufig aufgestellten falschen Schlussfolgerung analoger Schluss wäre hier: "Einige Franzosen sind Italiener". Diese Behauptung wird jedoch von wesentlich weniger VPn aufgestellt als die analoge Behauptung im obigen Fall. Was damit zu erklären ist, dass die Behauptung "Einige Franzosen sind Italiener" von vielen VPn als äußerst unglaubwürdig eingeschätzt wird.

Mögliche Erklärungen des Belief Bias Offensichtlich sind Menschen eher dazu bereit eine falsche Schlussfolgerung zu akzeptieren, wenn diese glaubwürdig klingt. Wie kann man dieses Verhalten mit Hilfe der oben vorgestellten Theorien erklären? Bei den Theorien der mentalen Logik wird, wie oben beschrieben, davon ausgegangen, dass der Mensch logisch denkt, indem er formale Regeln anwendet. Diese formalen Regeln sind vom Inhalt unabhängig, daher kann der Inhalt oder die Glaubwürdigkeit der Schlussfolgerung unmöglich den eigentlichen Prozess der Deduktion beeinflussen. Die Anhänger der formalen Regeltheorie erklären den Effekt des Belief Bias dadurch, dass sich die Vorurteile und Ansichten der VP bereits bei der Interpretation der Prämissen auswirken. Beispielsweise könnte es vorkommen, dass die VP unglaubwürdige Prämissen ignoriert oder anders interpretiert was den Deduktionsprozess beeinflusst.

Die Modelltheorie bietet eine einfachere Erklärungsmöglichkeit für den Belief-bias: Formuliert die VP im zweiten Schritt der Deduktion eine Schlussfolgerung, so ist die Intensität, mit der die VP im dritten Schritt nach Gegenbeispielen sucht abhängig von der Glaubwürdigkeit der aufgestellten Schlussfolgerung. Mit anderen Worten sucht die VP bei einer glaubwürdigen Schlussfolgerung weniger intensiv nach alternativen Modellen, was dazu führen kann, dass vorhandene Gegenbeispiele übersehen werden. Im Gegensatz dazu wird bei einer unglaubwürdigen Schlussfolgerung sehr intensiv nach Gegenbeispielen gesucht, weshalb falsche unglaubwürdige Schlüsse wesentlich seltener vorkommen. Allerdings stellt sich hier die Frage, wie die Glaubwürdigkeit der Schlussfolgerung überprüft wird. Denn eigentlich wäre hierfür wieder ein Deduktionsprozess notwendig, dessen Ergebnis

wieder durch einen weiteren Deduktionsprozess auf Glaubwürdigkeit überprüft werden müsste. Es ist durchaus denkbar, beim Überprüfen der Glaubwürdigkeit einer Schlussfolgerung in einen Endlosschleife zu laufen.

2.3 Confirmation Bias

Eine treffende Übersetzung für den “Confirmation Bias“ ist “Bestätigungstendenz“, denn er bezeichnet die Tendenz von Menschen, nach Informationen zu suchen, die bisherige Ansichten und Hypothesen bestätigen, und Informationen zu meiden, die diese widerlegen. Diese Tendenz geht sogar so weit, dass Informationen, die der eigenen Hypothese widersprechen, ignoriert und bestätigende Informationen überschätzt werden. Dass dies ein sehr fehleranfälliger Ansatz ist, liegt auf der Hand, denn gerade in der Wissenschaft ist es nötig, nicht nur bestätigende Informationen zu suchen, sondern den eigenen Standpunkt immer wieder zu hinterfragen.

Beispiel zum Confirmation Bias Das folgende Experiment wurde 1979 von Lord, Ross und Lepper durchgeführt um die Existenz des Confirmation Bias nachzuweisen (mehr dazu siehe [SH04]). Bei diesem Experiment waren Studenten der Stanford Universität VPn, die entweder der festen Überzeugung waren, dass die Todesstrafe keinerlei abschreckende Wirkung besitzt oder der Überzeugung waren, dass die Todesstrafe eine abschreckende Wirkung habe. Dann legte man ihnen zwei angeblich echte Studien vor, in denen dargelegt wurde, ob die Todesstrafe eine abschreckende Wirkung auf Mörder habe. Bei der einen Studie handelte es sich um eine Studie, die die abschreckende Wirkung bestätigte, die andere widerlegte diese Wirkung. Nachdem die Versuchspersonen die beiden Studien gelesen hatten, wurden sie dazu aufgefordert ihre Meinung zu den Studien zu äußern.

Die VPn beurteilten jene Studie als besser durchgeführt und überzeugender, die ihre eigenen Standpunkt zum Thema Todesstrafe bestätigte. Die der eigenen Hypothese widersprechende Studie wurde häufig hinterfragt und als schlecht durchgeführt beurteilt. Nach der Durchführung des Experiments gaben die VPn an, dass sie von der Richtigkeit ihrer Einstellung stärker überzeugt seien als vorher.

Mögliche Erklärungen des Confirmation Bias In der Literatur waren leider keine Erklärungsversuche der vorgestellten Theorien zu finden. Grundsätzlich wird dieser Bias jedoch so erklärt, dass Informationen, die der eigenen Hypothese widersprechen, häufig mehr beachtet werden als hypothesenkonforme Informationen. Daher werden hypothesenkonträre Informationen kritischer getestet als hypothesenkonforme Informationen.

3 Hypothesentesten

In diesem Abschnitt beschäftigen wir uns mit der Frage, wie Menschen ihre Ansichten und Hypothesen überprüfen. Dabei ist von besonderem Interesse, nach

welcher Strategie der Mensch seine Hypothesen überprüft. Wir haben bereits gesehen, dass unsere Ansichten und Vorurteile unser logisches Denken beeinflussen können. Daher ist es naheliegend anzunehmen, dass eine von uns aufgestellte Hypothese unsere Teststrategie für diese Hypothese beeinflusst. Eines der ersten Experimente, das zu diesem Thema durchgeführt wurde, ist Wason's Rule Discovery.

3.1 Wason's Rule Discovery

Die Ausgangssituation des klassischen Rule Discovery-Experiments sieht so aus, dass eine Menge von Objekten vorgegeben wird, von denen einige eine bestimmte Eigenschaft aufweisen und andere nicht. Die Aufgabe besteht nun darin, herauszufinden, welche Eigenschaften die Objekte in die Zielmenge und die restliche Menge einteilen. Wason (1960) war der Erste, der dieses Experiment nutzte, um Strategien beim Testen von Hypothesen zu untersuchen. Ausführliche Informationen zu diesen Experimenten findet man unter [Was60] und [Was72]. In seinem Experiment werden Zahlentripel betrachtet. Einige dieser Zahlentripel entsprechen einer vom Leiter des Experiments gedachten Regel, und die restlichen Tripel entsprechen dieser Regel nicht. Der VP wird das Zahlentripel (2, 4, 6) als Beispiel für ein der Regel entsprechendes Zahlentripel vorgelegt. Nun soll die VP herausfinden, nach welcher Regel dieses Zahlentripel gebildet wurde. Dafür darf sie neue Zahlentripel nennen und der Experimentleiter gibt jeweils Auskunft darüber, ob das genannte Tripel der Regel entspricht oder nicht. Die VP wird dazu ermutigt, stets Gründe für das genannte Tripel zu nennen. Die vermutete Regel darf sie allerdings erst nennen, wenn sie sich absolut sicher ist, dass sie die richtige Regel herausgefunden hat.

Beobachtetes Verhalten und Ergebnisse: Versuchsergebnisse von Wason und Johnson-Laird (1972): Zu Beginn des Experiments hat die VP nur eine sehr vage Vorstellung davon, wie die gesuchte Regel aussehen könnte. Die VP formuliert jedoch schon nach kurzer Zeit eine initiale Hypothese, wie z.B. „drei aufeinanderfolgende gerade Zahlen“. Nachdem die VP eine erste Hypothese aufgestellt hat, kann sie zwei Arten von Tests durchführen. Sie kann einen positiven Test durchführen, indem sie Tripel testet, von denen sie erwartet, dass sie zur Zielmenge gehören. Die zweite Testmöglichkeit ist ein negativer Test, bei dem die VP ein Tripel testet, von dem sie nicht erwartet, dass es in der Zielmenge liegt. Wason fand in seinen Experimenten heraus, dass die VPn wesentlich mehr positive als negative Tests durchführen. Insgesamt gaben nur 21% der VPn als erste Regel die korrekte Regel an. 28 % gaben nie die korrekte Regel an und 51% gaben vorher mindestens eine falsche Regel an. Die meisten VPn stellen sehr restriktive Hypothesen wie „aufsteigend mit festem Intervall“ auf und testen Tripel wie: (10, 12, 14), (20, 30, 40) oder (1, 50, 99). Die tatsächliche Regel ist allerdings wesentlich schwächer und lautet nur „aufsteigende Folge“. Die oben erwähnte Tendenz zu einer positiven Teststrategie wurde auch in anderen Rule Discovery-Experimenten beobachtet. Unter [Kla85] und [Mah76] findet man Informationen zu diesen Experimenten.

Erklärung der Ergebnisse: Durch die Vorgabe des speziellen Tripels (2, 4, 6) hat man die VP bereits am Anfang dazu gebracht, eine stärkere als die tatsächliche Regel zu formulieren. Da die Mehrheit der VPn überwiegend positive Tests durchführt, bemerken sie ihren Fehler nicht. Das beobachtete Verhalten der VPn wurde lange Zeit durch den Confirmation Bias erklärt. Es wurde angenommen, dass die VP zu Anfang eine Hypothese aufstellt und danach fast ausschließlich Tripel testet, die nach der vermuteten Regel in der Zielmenge enthalten wären. Erst in den 80er Jahren wurde festgestellt, dass es sich in Wahrheit gar nicht um eine Bestätigungstendenz handelt. Im Gegenteil, denn in der Realität ist es durchaus sinnvoll Hypothesen durch positives Testen zu überprüfen. Dieses Testen schützt vor einer zu „breiten“ Regel, da durch diese Teststrategie Exemplare entlarvt werden, die nach eigener Ansicht der Regel entsprechen sollten, es tatsächlich aber nicht tun. Häufig können durch diese positive Teststrategie falsche Hypothesen widerlegt werden, daher ist anzunehmen, dass die VPn versuchen ihre Hypothese durch die positive Teststrategie zu widerlegen. Die Bedingungen der (2, 4, 6) Aufgabe weichen hier von der Realität ab, da die VP von Anfang an eine stärkere als die gesuchte Hypothese aufstellen.

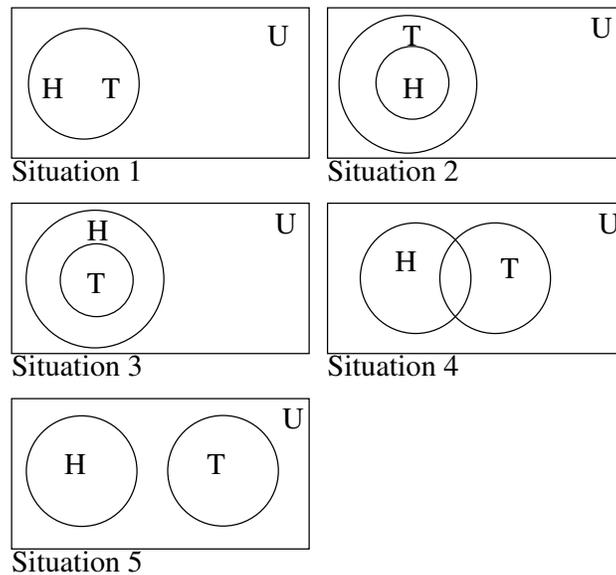


Abbildung 2. Hypothesentesten

Betrachten wir dazu Abbildung 2. Hier wird dargestellt, welche Möglichkeiten es für die Aufteilung der Grundmenge aller möglichen Zahlentripel in die Mengen T = "Zielmenge" und H = "Menge, die der vermuteten Regel entspricht" gibt. In der ersten Situation entspricht die aufgestellte Hypothese der tatsächlichen

Regel. Für diesen Fall ist es uninteressant, verschiedene Teststrategien zu betrachten. Die zweite Situation entspricht dem in Wason's Rule Discovery häufig auftretenden Fall. Die vermutete Regel ist stärker als die tatsächliche Regel, und daher ist die vermutete Zielmenge eine Teilmenge der tatsächlichen Zielmenge. Man erkennt sofort, dass positives Testen in diesem Fall die vermutete Hypothese nie als falsch entlarven wird. Sinnvoll wäre hier einen negativen Test durch ein Tripel wie $(2, 4, 7)$ vorzunehmen. Ein solches Tripel nennen wir negativen Test, da dieses Tripel nicht der vermuteten Regel "aufsteigend mit festem Intervall" entspricht. In der dritten Situation ist die vermutete Regel schwächer als die tatsächliche. Ein Beispiel für diesen Fall wäre die Hypothese "Aufsteigende Folge oder Folge, die aus geraden Zahlen besteht". In diesem Fall kann eine positive Teststrategie durchaus helfen, die Hypothese als falsch zu entlarven, denn testen man das Tripel $(4, 2, 8)$, so könnte man damit die Hypothese widerlegen. Eine negative Teststrategie ist in diesem Fall nicht hilfreich. Auch in Situation vier kann eine positive Teststrategie hilfreich sein, denn in diesem Fall überlappen sich die vermutete und die tatsächliche Zielmenge. Ein Beispiel für diese Anordnung in Wason's Rule Discovery wäre die Hypothese "drei gerade Zahlen", die leicht durch den positiven Test $(8, 10, 2)$ widerlegt werden könnte. In der fünften Situation sind tatsächliche und vermutete Zielmenge disjunkt. In diesem Fall ist eine positive Teststrategie hilfreich, da eine falsche Hypothese wie "absteigende, gerade Zahlen" durch jedes Tripel, das der aufgestellten Hypothese entspricht, widerlegt werden kann. Auch ein negativer Test, wie das Tripel $(4, 8, 12)$ kann in diesem Fall zeigen, dass die aufgestellte Hypothese nicht zutreffend ist. Für eine ausführliche Darstellung zum Thema Hypothesentesten siehe [KH87].

Wir sehen also, dass die positive Teststrategie nur in der zweiten Situation sinnlos ist. In diesem Fall kann eine positive Teststrategie niemals zeigen, dass die aufgestellte Hypothese falsch ist. Genau diese Situation wird in Wason's Rule Discovery provoziert. Bei den Gegebenheiten von Wason's Rule Discovery handelt es sich um eine recht künstliche und unnatürliche Situation, denn in vier von fünf Situationen ist eine positive Teststrategie durchaus hilfreich. Will man in der Realität z.B die Hypothese "Alle Raben sind schwarz" überprüfen, so ist es absolut naheliegend einen positiven Test vorzunehmen und Raben zu fangen, um ihre Farbe zu überprüfen. Niemand würde die Welt nach nichtschwarzen Dingen durchsuchen und überprüfen, ob sich darunter ein Rabe befindet. Um Denkfehlern wie denen, die in Wason's Rule Discovery auftreten, zu entgehen, ist es wichtig, immer darauf zu achten, Hypothesen mit einer "gemischten" Teststrategie zu überprüfen in der sowohl positive als auch negative Tests vorgenommen werden.

4 Fazit

Wir Menschen scheinen beim logischen Denken eine Vielzahl von Fehlern zu begehen. Wir lassen uns von der Glaubwürdigkeit einer Schlussfolgerung und von unseren eigenen Ansichten und Vorurteilen beeinflussen. Darüber hinaus neigen wir zu einer positiven Teststrategie, wenn wir eine Hypothese überprüfen

müssen. Daher stellt sich die Frage, wie wir diesen „Fallen“ entgehen können. Eine ausführliche Darstellung dieser und weiterer „Fallen“ und Wege, wie man ihnen entgehen kann, findet man unter [PP97]. Es lässt sich aber zusammenfassen, dass eine aktive Suche nach negativen, unserer Hypothese widersprechenden Beispielen hilfreich ist. Darüber hinaus sollte man sich immer wieder dazu zwingen, die eigenen Ansichten zu hinterfragen und „von einer anderen Seite aus“ zu betrachten.

4.1 Diskussion / Zwei Arten von Rationalität

Nachdem wir hier viele Fehler kennengelernt haben, die dem Menschen beim Deduktionsprozess unterlaufen, liegt es auf der Hand zu fragen, ob sich Menschen irrational verhalten. Aber muss menschliches Verhalten, das den formalen logischen Regeln widerspricht, stets irrational sein? Ein einfaches Beispiel kann zeigen, dass solches Verhalten trotzdem aus einem anderen Blickwinkel als rational bezeichnet werden kann:

Stellen wir uns einen Mann vor, der versucht, die Ansichten einer Frau zum Thema Wirtschaft dadurch als falsch zu entlarven, indem er behauptet, dass Frauen generell nicht in der Lage sind, die Wirtschaft zu verstehen. Diese Aussage muss nach formalen logischen Regeln als irrational bezeichnet werden. Nehmen wir nun an, dass der Mann ein Politiker ist, der versucht, seine Position auf Kosten der Frau zu verbessern. Darin könnte er durchaus Erfolg haben, da er sich möglicherweise auf ein Vorurteil seiner Wähler beruft. Aus dieser Sicht müsste man sein Verhalten als rational bezeichnen, weil es ihn seinem Ziel gewählt zu werden unter Umständen etwas näher bringt.

Um dies zu berücksichtigen werden in [EO96] zwei verschiedene Arten von Rationalität unterschieden:

- **Persönliche Rationalität:** Bei dieser Rationalität werden die individuellen Ziele der Person berücksichtigt. Nach dieser Definition handelt eine Person rational, wenn sie solche Schlüsse aufstellt und sich so verhält, dass sie ihre individuellen Ziele erreicht.
- **Unpersönliche Rationalität:** Um das Verhalten einer Person nach dieser Definition als rational bezeichnen zu können, müssen sowohl ihr Verhalten als auch die Schlussfolgerungen, die sie aufstellt, den formalen Prinzipien der Logik entsprechen.

Literatur

- [EO96] Jonathan St.B. T. Evans and David E. Over. *Rationality and Reasoning*. Psychology Press, 1996.
- [JL96] P. N. Johnson-Laird. *Der Computer im Kopf*. Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH Co. KG, 1996.
- [JLB91] P. N. Johnson-Laird and Ruth M. J. Byrne. *Deduction*. Lawrence Erlbaum Associates Ltd., 1991.

- [KH87] Joshua Klayman and Young-Wo Ha. *Confirmation, Disconfirmation, and Information in Hypothesis Testing*. Psychological Review, 1987.
- [Kla85] Ha Klayman. Strategy and structure in rule discovery. Paper presented at the Tenth Research Conference on Subjective Probability, Utility and Decision Making, Helsinki, Finland., 1985.
- [Mah76] M.J. Mahoney. *Scientist as subject: The psychological imperative*. Cambridge, MA: Ballinger, 1976.
- [Mec04] Dr. Silvia Mecklenbräuer. Denken04. Available at <http://www.psychologie.uni-trier.de/personen/smecklenbraeuer/v%20veranstaltungen/denken04.html>, Januar 2004.
- [PP97] Massimo Piattelli-Palmarini. *Die Illusion zu wissen - Was hinter unseren Irrtümern steckt*. Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, 1997.
- [SH04] Prof. Dr. Stefan Schulz-Hardt. Vorlesung sozialpsychologie. Available at http://psylux.psych.tu-dresden.de/i3/aos/sozial/downloads/v110_%20jan_07_2004.pdf, Januar 2004.
- [Was60] P.C. Wason. On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, pages 129–140, 1960.
- [Was72] Johnson-Laird Wason. On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task - a second look. *Thinking and Reasoning*, pages 165–174, 1972.