

# Die Schlechtigkeit und der Nutzen von Beispielen der Unterbestimmtheit

## Philipp Scholtysik

In der Diskussion um die These der Unterbestimmtheit naturwissenschaftlicher Theorie durch ihre Daten wird in dreierlei Weise mit Beispielen verfahren. Es werden Beispiele zweier Theorien angeführt, die eine Datenmenge gleich gut vorhersagen und damit die These stützen sollen. Von anderer Seite werden die selben Beispiele angeführt, um von der (behaupteten) Lächerlichkeit der Beispiele auf die Lächerlichkeit der These zu schließen. Schließlich werden überzeugende Beispiele als Desiderat betrachtet und es werden Bemühungen vorangetrieben, ein wirklich überzeugendes Beispiel zu finden.

Intuitiv beschleicht einen das Gefühl, dass die Existenz oder Nicht-Existenz eines überzeugenden Beispiels für die Richtigkeit der These irrelevant ist. Warum dieses Gefühl? Die Intuition lässt sich wie folgt ausführen: die Unterbestimmtheitsthese macht eine Aussage über das Verhältnis von naturwissenschaftlichen Theorien zu deren Daten. Diese Aussage ist eine sehr allgemeine, die immer gelten soll, wenn Theorien sich auf empirische Daten beziehen. Die Suche nach einem Beispiel, das die Richtigkeit der These zeigen soll, ist nichts anderes als der Versuch, empirische Daten zu sammeln, deren Existenz die These vorhersagen würde. Auf diese Weise gewänne die These Überzeugungskraft gemäß der Spielregeln, die für die Beziehung Theorie – Daten gelten. Indem man ein Beispiel zur Unterstützung der Unterbestimmtheitsthese heranzieht, unterstellt man, dass sie selbst Gegenstand der Beziehung ist, über die sie eine Aussage machen will. Das ist nun genau der Punkt, an dem ich intuitiv den Eindruck gewinne, es sei ein Missverständnis am Werk. Darum werde ich hier untersuchen, ob die Beschäftigung mit Beispielen (in einer der drei genannten Weisen) überhaupt etwas Sinnvolles zu der Diskussion um die Unterbestimmtheitsthese beiträgt und worin gegebenenfalls der Sinn bestehen könnte.

Der Ausdruck Unterbestimmtheitsthese steht verkürzt für den Satz: Eine/jede naturwissenschaftliche Theorie ist durch ihre Daten unterbestimmt. Was soll das heißen? Es gibt verschiedene Lesarten der Unterbestimmtheitsthese, die sich insbesondere darin unterscheiden, was „ihre Daten“ genau heißt. Gemein ist allen Lesarten die Bedeutung des Ausdrucks „unterbestimmt“. Er meint immer, dass es nicht möglich ist, eine von zwei oder mehr Theorien den anderen vorzuziehen gemäß ihrer Fähigkeit, empirische Daten vorherzusagen.

## Warum es keine guten Beispiele gibt

Es gibt erstaunlicherweise eine einfache Erklärung dafür, dass es keine guten Beispiele gibt. Erstaunlich ist daran, dass diese Erklärung so einleuchtend erscheint, dass man vermuten darf, alle die sich für das Thema interessieren stimmten ihr zu, so dass die Diskussion um Beispiele damit eigentlich bereits zu Ende sein könnte.

Hier die Erklärung: Wir könnten heute nur in den Genuss eines Beispiels von Unterbestimmtheit kommen unter Voraussetzungen, die in der Vergangenheit schwerlich erfüllt waren und auch weiterhin unerfüllt bleiben. Angenommen wir hätten zwei Theorien vorliegen, die die selbe Menge Daten gleich gut vorhersagen können, sich aber stark genug unterscheiden, dass man tatsächlich von zwei Theorien sprechen wollte. Das kann nur der Fall sein, wenn zuvor einer der folgenden Prozesse ab lief. Entweder es kam zu einer Verzweigung in einer wissenschaftlichen Disziplin in der Art, dass zwei konkurrierende Ansätze, wie es sie häufig gab und gibt, über lange Zeit mit ähnlich hohem Aufwand weiterverfolgt wurden, oder ein Anhänger (eine Gruppe von Anhängern) der Unterbestimmtheitstheorie formulierte gezielt eine Alternativtheorie zu einer anerkannten Theorie. Im Falle einer Verzweigung kann man sich leicht klar machen, dass es immer ein Interesse gibt, die weniger erfolgversprechende Theorie links liegen zu lassen, und also nur eine Theorie weiter zu entwickeln. Das ist so, weil alle im Wissenschaftsbetrieb nötigen Ressourcen endlich sind. Politische Entscheidungsträger werden generell wenig begeistert sein, diese Ressourcen auf zu teilen auf zwei Theorien, die jeweils dasselbe erklären. Das heißt sobald eine der beiden viel versprechender erscheint, entsteht politischer Druck, die zweite zu vernachlässigen. Entsprechend werden sich immer mehr Wissenschaftler nur mit der einen Theorie beschäftigen, da diese nun nicht nur wissenschaftlich sondern auch wirtschaftlich mehr Erfolg verspricht. Damit es dennoch zu einer Verzweigung kommen könnte, müssten die beiden Theorien über lange Zeit hinweg in etwa gleichwertig erscheinen. Dass das in jedem einzelnen Schritt von experimenteller Überprüfung und theoretischer Nachbesserung der Fall ist, ist äußerst unwahrscheinlich. Dass wir heute nicht die Früchte einer solchen Verzweigung ernten, ist also kein Zufall.

Um eine Alternativtheorie zu einer anerkannten Theorie sozusagen *ex post* zu entwickeln, müsste ein Wissenschaftlerteam mutmaßlich einen ähnlich großen Aufwand betreiben, wie er nötig war, um die anerkannte Theorie zu formen. Ein solcher Aufwand ist

von dem genannten politischen Gesichtspunkt aus nicht auf zu bringen. Außerdem sind typischerweise die Wissenschaftler, die über die Kompetenz verfügen, die nötig wäre um eine Alternativtheorie aufzustellen, weit mehr daran interessiert die bestehenden Theorien weiter zu entwickeln, als eine neue aufzustellen, die dann nichts weiter vermag, als ein Beispiel für die These der Unterbestimmtheit von Theorien durch ihre Daten abzugeben. Angesichts dieser Betrachtungen muss man wohl sagen, es könne gar nicht anders sein, als dass es keine guten Beispiele von Unterbestimmtheit gibt.

Entsprechend verwundert es etwas, dass überhaupt über Beispiele diskutiert wird. Ohne darauf einzugehen, warum das durchaus der Fall ist, lohnt es sich vielleicht, zwei Beispiele zu betrachten. Das erste gehört zur Gruppe derer, die man eher heranziehen wird, um die Unterbestimmtheitsthese lächerlich zu machen. Das zweite Beispiel würde ich als tatsächliche Unterbestimmtheit akzeptieren, es stellt aber einen Sonderfall dar.

### **Die Dinge schrumpfen**

Das erste Beispiel stellt der landläufigen Vorstellung von einem prinzipiell<sup>1</sup> unendlich ausgedehnten Raum die Alternative eines endlichen Raumes entgegen, in dem alle Objekte gleichermaßen schrumpfen, wenn sie sich von einem (theoretischen) Zentrum entfernen. Was macht dieses Beispiel so langweilig? Der erste Eindruck ist, man könne gewiss nach dem selben Muster eine Vielzahl weiterer Alternativtheorien finden. Selbst wenn das nicht unbedingt zutreffen dürfte, so verweist es doch auf den Kern der Langeweile, die einen angesichts der beiden Alternativen befällt. Der Kern ist, dass beide sich nur in einem schwachen Sinne auf empirische Daten beziehen. Sie implizieren keine Beziehung nach dem Schema „wenn A, dann B“. Sie implizieren lediglich, innerhalb welcher Grenzen die Beschaffenheit von A und B variieren kann. Der empirische Gehalt, den die beiden Theorien haben, ist so schwach, dass empirische Äquivalenz nicht schwer zu erzielen ist. Wenn Theorien weniger allgemeine Wenn- Dann-Aussagen treffen, kann man viel feiner überprüfen, wie sie jeweils mit experimentellen Daten fertig werden. Es steht dann generell zu vermuten, dass sie nicht gleich gut abschneiden, was wiederum dem Fall zweier Theorien, die das doch vermögen, eine viel größere Bedeutung verleiht, als es bei dem Beispiel der Fall ist.

---

<sup>1</sup> Prinzipiell in dem Sinn, dass die Frage außen vor bleibt, ob der Raum nicht begrenzt ist dadurch, dass sich ab einem bestimmten Punkt keine Objekte mehr befinden.

## Warum der Nachthimmel seinen Namen verdient

Das zweite Beispiel ähnelt dem Ersten ein wenig, ist aber prinzipiell etwas deutlich anderes. Dass der Sternenhimmel nicht taghell ist, wird oft als Beweis gewertet, dass das Universum endlich ist. Es gibt also eine Theorie (das Universum ist endlich), die vorhersagt, dass es am Nachthimmel dunkle Bereiche gibt, in denen auch mit entsprechenden optischen Apparaten nichts zu sehen ist außer Dunkelheit. Zu dieser Theorie gibt es mehrere Alternativen. Es könnte so sein, dass die Sterne mit wachsender Entfernung immer kleiner und schließlich infinitesimal klein werden. Es könnte sein, dass die Anzahl Sterne mit wachsender Entfernung so stark abnimmt, dass aus manchen Bereichen kein Licht bis zur Erde gelangt. Es könnte sein, dass das Universum noch so jung ist, dass das Licht von Sternen ab einer bestimmten Entfernung die Erde noch nicht erreicht hat. Alle vier Theorien sagen dieselbe Beobachtung voraus. Im Unterschied zum ersten Beispiel werden aber überhaupt Vorhersagen getroffen, die direkt empirisch überprüft werden können. Es ist hier nun so, dass die Theorien in einem sehr eingängig verständlichen Sinne durch die Daten unterbestimmt sind. Es ist anhand der Daten nicht möglich eine Auswahl zu treffen. Trotzdem sehe ich darin kein Beispiel für Unterbestimmtheit in einem für die Unterbestimmtheitsthese interessanten Sinn. Ich denke die Unterbestimmtheit kommt hier einfach dadurch zustande, dass nur eine sehr begrenzte Menge Daten empirisch erfasst werden kann. Es handelt sich um einen Sonderfall, der für die Richtigkeit der Unterbestimmtheitsthese keine Bedeutung hat. Ein Einzelfall wie dieser legt weder nahe, dass die These zutrifft, noch, dass sie nicht zutrifft. Er zeigt lediglich, dass im Rahmen der bekannten Methoden nicht jede wissenschaftliche Fragestellung eindeutig geklärt werden kann. Das aber ist gänzlich trivial und es ist etwas grundsätzlich anderes als die Behauptung der Unterbestimmtheitsthese, dass naturwissenschaftliche Theorie strukturell unterbestimmt sei.

Man könnte nun in ähnlicher Manier jedes Beispiel von Unterbestimmtheit zum Sonderfall erklären, indem man darauf hinweist, dass die jeweiligen Theorien eben einen Teilbereich behandeln, zu dem es aus welchen Gründen auch immer nur relativ wenig empirische Daten geben kann. Wenn man keine sinnvolle Grenze ziehen kann, ab der die gezeigte Argumentation nicht mehr greifen soll, so wirft das ein zweifelhaftes Licht auf meine Argumentation.

## Ein Vorausblick

Ich werde im Folgenden versuchen zu zeigen, dass man tatsächlich keine sinnvolle Grenze ziehen kann, solange eine endliche Menge Daten beschrieben werden soll, dass die obige Argumentation dennoch adäquat ist und was das darüber sagt, wie ein gutes Beispiel von Unterbestimmtheit beschaffen sein müsste. Schließlich wird klar werden, dass es ein solches Beispiel gar nicht geben kann.

## Wissenschaftsalltag

Angenommen es gibt ähnlich dem obigen Beispiel zwei oder mehr Theorien, die eine bestimmte Menge Daten gleich gut vorhersagen. Was bedeutet das für die Wissenschaftler die an den Theorien arbeiten? Unter der Voraussetzung, dass beide Seiten die Überlegenheit ihrer Theorie etablieren wollen oder jedenfalls kein spezielles Interesse an einer Koexistenz der beiden Theorien haben, werden sie weitere Experimente durchführen, also die Menge relevanter Daten erweitern. Das macht vermutlich eine Anpassung beider Theorien nötig. Schließlich wird eine der beiden Theorien bezüglich der vorliegenden Datenmenge als überlegen bewertet, denn dass die Alternativen bezüglich jeder neuen Beobachtung gleich gut abschneiden, ist in einem konkreten Zeitablauf so unwahrscheinlich, dass man es ausschließen kann. Die Art von Unterbestimmtheit, für die die beiden Theorien ein Beispiel darstellen, ist also banaler Teil des wissenschaftlichen Tagesgeschäfts. Entsprechend wäre eine These, die sich auf eine solche Unterbestimmtheit gründet, nicht der Rede wert.

## Noch einmal: nachts ist es dunkel

Bevor ich die Frage klären will, welche Lesart der Unterbestimmtheitsthese durchaus der Rede wert ist, ein kurzer Rückgriff auf den Himmel. Alternative Theorien, die die Existenz dunkler Bereiche am Nachthimmel vorhersagen, bleiben dann unterbestimmt, wenn die Anzahl sinnvoller neuer Experimente, die tatsächlich durchgeführt werden können, erschöpft ist. Es ist plausibel, dass das tatsächlich der Fall ist. Viele andere Teile der beobachtbaren Wirklichkeit, über die naturwissenschaftliche Theorien Aussagen

treffen wollen, sind jedoch besser beobachtbar, als der verhältnismäßig unbeobachtbare Nachthimmel. Man kann also generell nicht davon ausgehen, dass sich Unterbestimmtheit analog zum Nachthimmel in anderen speziellen Theorien einstellen kann oder wird, was den Nachthimmel zu einer Ausnahme macht, die nichts über die Richtigkeit der Unterbestimmtheitsthese auszusagen vermag.

In den Texten der Vertreter der These ist häufiger von einem „system of the world“ die Rede und nur äußerst selten von einem „system of the sky“. Es gilt also, die verschiedenen Theorien des Nachthimmels in eine möglichst umfassende Theorie zu integrieren und das lässt sich nicht nur rhetorisch ableiten. Die Unterbestimmtheit ist dann aussagekräftig und interessant, wenn sie sich einstellt, nachdem alle standardmäßigen Methoden naturwissenschaftlicher Forschung erschöpft sind. Dass im Forschungsprozess zu einem bestimmten Zeitpunkt, bezüglich einer bestimmten Menge Beobachtungen zwei Theorien eine gleich gute Vorhersage liefern, bedeutet überhaupt nichts. Wenn man verschiedene Wissenschaftler nach ihrer Meinung fragt, wird man vermutlich verschiedene Antworten erhalten, was standardmäßige Methoden naturwissenschaftlicher Forschung sind. Insbesondere wird es Uneinigkeit darüber geben, ob sie Entscheidungskriterien wie Schönheit und Einfachheit einschließen. Es lässt sich aber wohl doch ein minimaler Konsens feststellen, der dann objektiv als standardmäßige Methoden gelten kann. Dieser Konsens umfasst sicherlich die experimentelle Überprüfung von Theorien und den Anspruch, dass sich Theorien über Teilbereiche der beobachtbaren Wirklichkeit in ihren Aussagen über Unbeobachtbares nicht widersprechen sollen. Die Unterbestimmtheit des Nachthimmels könnte also verschwinden, indem man feststellt, welche Theorie des Nachthimmels sich widerspruchsfrei in eine allgemeine Theorie der Welt integrieren lässt. Nun scheint es gerade im Falle des Nachthimmels wahrscheinlich, dass keine der oben genannten Alternativen in Widerspruch mit einer hypothetischen Theorie der Welt steht. Meines Wissens nach ist es für alle Teilbereiche der Naturwissenschaften unerheblich, ob das Universum endlich ist oder nicht, ob die Größe oder Häufigkeit von Sternen in bestimmten (nämlich den „äußeren“ Bereichen) des Universums abnimmt oder nicht. Schließlich setzt keine halbwegs anerkannte Theorie die Häufigkeit von Sternen als solche<sup>2</sup> oder die (Un-)Endlichkeit des Universums in einen kausalen Zusammenhang mit anderen

---

2 Die Summen der Masse von Sternen bzw. Himmelskörpern wird des Öfteren in Kausalzusammenhänge gebracht; die Massen sind aber prinzipiell unabhängig von der Häufigkeit.

Objekten der Theorie. Nehmen wir also an, dass erstens die Anzahl sinnvoller neuer Experimente, die tatsächlich durchgeführt werden können, tatsächlich erschöpft sind und zweitens die alternativen Theorien des Nachthimmels gemäß ihrer Integration in eine allgemeine Theorie der Welt tatsächlich gleich gut abschneiden. Unter diesen Annahmen erhalten wir mehrere Theorien der Welt, die von ihren Daten unterbestimmt sind und dies tatsächlich auch bleiben, egal welche Beobachtungen durch neue Experimente generiert werden, wenn diese annahmegemäß für den Nachthimmel irrelevant sind.

### **Habe ich den Faden verloren?**

Nach der Ankündigung zu zeigen, dass es gar kein überzeugendes Beispiel von Unterbestimmtheit geben kann, suggeriert der obige Rückgriff auf den Himmel das genaue Gegenteil. Wir kehren zum angekündigten Vorgehen zurück durch die Feststellung, dass zwei oder mehr integrierte Theorien der Welt, die von ihren Daten unterbestimmt sind, weil der Teil der Theorien, der den Nachthimmel beschreibt, unterbestimmt ist, kein überzeugendes Beispiel von nennenswerter Unterbestimmtheit ist. Ein erstes Indiz dafür ist wiederum der Eindruck von Langeweile, den die Vorstellung von solchen Alternativtheorien auslöst. Intuitiv ist man geneigt das Problem, zwischen den Alternativen keine Entscheidung treffen zu können, mit einem Schulterzucken hin zu nehmen. Hier ist ein Verweis auf meinen zweiten Aufsatz angebracht, in dem ich die unterschiedlichen Implikationen, die sich aus Quines Konzept der „observation conditionals“ einerseits und seinem späteren Konzept der „observation categoricals“ ergeben. Ein observation conditional ist eine Wenn-Dann Aussage mit koordinierten Beobachtungssätzen beiderseits des Junktors. Koordinierte Beobachtungssätze sind Beobachtungssätze, denen Koordinaten eines raum-zeitlichen Koordinatensystems zugeordnet wurden. Observation categoricals kommen ohne diese Koordinierung aus. Sie treffen folglich allgemeinere Aussagen, die unabhängig von Raum und Zeit immer gelten sollen. Das ältere Konzept der observation conditionals geht einher mit Quines älterem Verständnis der Unterbestimmtheitsthese. Gemäß diesem Verständnis bedeutet „eine Theorie ist durch ihre Daten unterbestimmt“, dass sie durch alle möglichen Daten unterbestimmt ist. So verstanden sind Alternativtheorien, die sich wie oben bezüglich des

Nachthimmels unterscheiden, kein Fall von Unterbestimmtheit. Schließlich sind Sterne im Grunde beobachtbar, das heißt es gibt eine Vielzahl möglicher Daten die eine Entscheidung zwischen den Theorien einfach machen würden, wenn sie praktisch zu erheben wären. In meinem zweiten Aufsatz weise ich darauf hin, dass es verschiedene Grade der praktischen Unmöglichkeit gibt. Es ist denkbar, dass aufschlussreiche Experimente mit dem Nachthimmel möglich werden, zum Beispiel indem man eines Tages schnell genug weit genug fliegen kann, während es undenkbar ist, dass Experimente auf der Sonnenoberfläche jemals möglich werden und noch undenkbarer ist, dass Experimente an einem beliebigen Ort zu einem Zeitpunkt in der Vergangenheit möglich werden. Der Terminus „alle möglichen Daten“ umfasst jedoch alle dieser Fälle. Um den Bezug auf dieses Ungetüm einer Datenmenge formal möglich zu machen, muss sich Quine eines raum-zeitlichen Koordinatensystems bedienen. Ohne hier eine Wahl treffen zu wollen, welches der beiden Konzepte (conditionals oder categoricals) für eine nennenswerte Art von Unterbestimmtheit hinreichend ist, wirft dieser Diskurs ein klärendes Licht auf den Nachthimmel. Die Alternativtheorien unterscheiden sich in ihren Aussagen bezüglich prinzipiell beobachtbarer Sachverhalte<sup>3</sup>.

### Visuelle Beobachtungen langweilen

Die Unterbestimmtheitsthese ist dann interessant, wenn sie Schlüsse darüber zulässt, wie naturwissenschaftliche Erkenntnisse beschaffen sind. Eine Unterbestimmtheit die heruntergebrochen darin besteht, dass man über Dinge, die man nur undeutlich sieht<sup>4</sup>, nicht befriedigend exakt sprechen kann, lässt keinen solchen Schluss zu. Die Unterbestimmtheitsthese zielt, wenn sie nicht banal sein soll, darauf ab, dass Naturwissenschaft nie<sup>5</sup> zu zweifellos wahren Erkenntnissen über Unbeobachtbares führt, sondern nur zu Aussagen über Unbeobachtbares, die wir unter Hinzunahme potenziell strittiger Kriterien als wahr akzeptieren. Sollte die Unterbestimmtheitsthese falsch sein, so lässt dies den Umkehrschluss, dass sicher wahre Erkenntnisse prinzipiell erreichbar sind, natürlich nicht unbedingt zu. Die Unterbestimmtheitsthese besagt also, dass

---

3 Un- bzw. Endlichkeit des Universums sind wohl nicht beobachtbar, da sie aber jeweils einhergehen mit einer Aussage über Größe und Häufigkeit von Sternen, macht das keine Einschränkung nötig.

4 Weil man zum Beispiel schlicht zu weit weg ist.

5 Dieses „nie“ ist ein strukturelles nie, kein zeitliches; d.h. Auch wenn unendlich viel Zeit zur Verfügung stünde, bliebe das nie bestehen.

Unterbestimmtheit strukturell da auftritt, wo eine Theorie über Unbeobachtbares spricht, um Beobachtbares vorher zu sagen. Nur darum kann sie den Anspruch erheben, eine Aussage über naturwissenschaftliche Theorie zu machen, die nicht noch gilt<sup>6</sup>, sondern die immer gelten wird. Der Nachthimmel ist also auch nach der Integration in eine allgemeine Theorie der Welt kein gutes Beispiel von Unterbestimmtheit.

Da wir nun genauer wissen, warum der Nachthimmel eine Ausnahme ohne Aussagekraft ist, können wir zu der Frage zurück kehren, wie eine Grenze zwischen solchen Ausnahmen und besseren Beispielen zu ziehen ist. Aus dem Bisherigen können wir festhalten: wenn Unterbestimmtheit dadurch entsteht, dass etwas prinzipiell Beobachtbares praktisch schlecht zu beobachten ist, dann ist das entsprechende Beispiel eine Ausnahme, wie sie der Nachthimmel ist. Wenn sich durch die Integration in eine allgemeinere Theorie die Unterbestimmtheit auflösen lässt, so handelt es sich nicht um ein gutes Beispiel. Wir wissen außerdem, dass Theorien typischerweise den unbeobachtbaren Dingen Kausalität zuordnen. Nicht der sichtbare Stein oder der sichtbare Boden ist entscheidend, sondern die unsichtbare Schwerkraft. Das heißt, gegenüber der Integration in eine allgemeinere Theorie wird solche Unterbestimmtheit unempfindlich sein, die auf unterschiedlichen Aussagen bezüglich prinzipiell Beobachtbarem beruht. Was sagt das über den interessanten Typus der Unterbestimmtheit? Es sagt, dass dieser Typus sich dann nicht durch Integration auflöst, wenn die Unterbestimmtheit auf einer eher allgemeinen Ebene auftritt. Daraus lässt sich nun ein recht weitreichender Schluss ziehen. Wenn auf der Ebene einer speziellen Theorie Unterbestimmtheit auftritt, dann ist sie entweder Anlass weiterer Experimente und löst sich angesichts der wachsenden Datenmenge irgendwann auf oder, falls keine weiteren sinnvollen Experimente durchführbar sind, löst sie sich durch Integration in eine allgemeinere Theorie auf oder sie beruht auf unterschiedlichen Aussagen über prinzipiell Beobachtbares. Ein recht eindrückliches Ergebnis, legt es doch nahe, dass die Unterbestimmtheitsthese entweder banal oder falsch ist.

### **Habe ich statt dem verlorenen Faden ein Fazit gefunden?**

Ich bin angetreten den Nutzen einer Diskussion über Beispiele von Unterbestimmtheit zu

---

<sup>6</sup> Weil man noch nicht schnell genug weit genug fliegen kann

untersuchen. Ich bin dabei scheinbar unverhofft zu dem Ergebnis gekommen, dass die Unterbestimmtheitsthese falsch bzw. nicht der Rede wert ist. Meine mangelnde Disziplin was das Durchhalten einer konsequenten Linie angeht hat mir den Glücksfall eines scharfen Ergebnisses eingebracht. Das ist eine verlockende aber irrtümliche Sichtweise. Klare Überlegung führt zu der Feststellung, dass es sich gerade umgekehrt verhält. Ich bin disziplinierter, als es scheint und das Ergebnis ist weniger spektakulär, als es scheint. Um die klare Linie wiederzufinden, genügt es, darauf hinzuweisen, wo wir bezüglich meiner Ankündigung stehen. Um das Ergebnis zu relativieren, genügt es dieser Linie weiter zu folgen. Ich habe angekündigt zu zeigen, dass keine sinnvolle Grenze zwischen einer Ausnahme und einem guten Beispiel gezogen werden kann, solange man sich auf eine endliche Datenmenge bezieht, dass es aber dennoch adäquat ist, all diese Ausnahmen als Ausnahmen zu bezeichnen. Entsprechend soll es kein gutes Beispiel von Unterbestimmtheit geben können. Ich denke das habe ich überzeugend gezeigt. Ich habe aber auch angekündigt, dass sich daraus ergibt, wie ein gutes Beispiel beschaffen sein müsste. Diese Ankündigung will ich nun einlösen.

### **Wie sieht ein gutes Beispiel aus?**

Ein gutes Beispiel muss sich auf eine unendliche Datenmenge beziehen. Um unendlich zu sein, muss diese Menge allerdings nicht alle möglichen Daten im Quineschen Sinne umfassen. Die Naturwissenschaften bewegen sich im Zuge der experimentellen Überprüfung auf eine unendliche Menge von Daten zu. Falls in Teilbereichen die Anzahl sinnvoller Experimente erschöpft ist, so ist dies wie gesagt irrelevant für einen interessanten Typus von Unterbestimmtheit. Es legt aber auch nicht nahe, dass die Gesamtzahl sinnvoller Experimente jemals erschöpft sein wird. Warum tut es dies nicht? Wenn man den Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung beobachtet, so kommt es häufig vor, dass ein Durchbruch auf einem Gebiet (der ein Schritt in Richtung der Erschöpfung sinnvoller Experimente auf diesem Gebiet sein kann) zu völlig neuen Fragestellungen auf einem anderen (potenziell völlig neuen) Gebiet führt. Die Gesamtzahl sinnvoller Experimente und damit die Gesamtmenge Daten (auch unter Ausschluss der prinzipiell möglichen aber praktisch unmöglichen Beobachtungen) wird also nur durch die Unendlichkeit begrenzt. An jedem Punkt der Bewegung auf diese Unendlichkeit zu ist

Unterbestimmtheit unbedeutend, denn sie kann durch weitere Experimente oder durch Integration in eine allgemeinere Theorie aufgelöst werden, bzw. sie gehört zu dem unbedeutenden Typus von Unterbestimmtheit, die durch geringe Beobachtbarkeit prinzipiell beobachtbarer Sachverhalte entsteht. Es ist aber vorstellbar, dass an einer Verzweigung, wie ich sie eingangs besprochen habe, entgegen politischer und anderer Randbedingungen beide Theorien auch dann weiterentwickelt werden<sup>7</sup>, wenn sie in ihrer Vorhersagekraft nicht (mehr) gleich sind. Es ist weiter vorstellbar, dass die beiden Theorie-Zweige bei Erreichen der Unendlichkeit der Datenmenge plötzlich wieder gleich gute Vorhersagen ermöglichen. Ich weiß nicht warum das plausibel sein soll, es ist aber vorstellbar und es ist, wenn man meinen obigen Ausführungen zustimmt, genau was die Unterbestimmtheitsthese postuliert. Ein überzeugendes Beispiel von Unterbestimmtheit besteht also aus zwei oder mehr Theorien, die eine unendliche Menge Daten gleich gut vorhersagen können. Es ist selbstverständlich, dass es ein solches Beispiel nicht gibt und nie geben wird.

## Zwei Folgerungen

Daraus will ich einen grundsätzlichen Schluss ziehen und einen zweiten grundsätzlich Schluss zu ziehen vermeiden. Der grundsätzliche Schluss ist: die Unterbestimmtheitsthese ist nicht empirisch zu überprüfen<sup>8</sup>, wenn sie also richtig sein soll, so muss es dafür Argumente geben, die ohne Beispiele auskommen.<sup>9</sup> Der zweite Schluss, den ich vermeiden will, wäre die Behauptung, dass die Beschäftigung mit Beispielen (die nach dem Obigen immer schlechte Beispiele sind) und insbesondere die Suche nach (guten) Beispielen per se fruchtlos ist. Warum stimme ich dieser Behauptung nicht zu?

## Ein gutes schlechtes Beispiel

Es gibt ein Beispiel eines schlechten aber relativ fruchtbaren Beispiels. Es ist dies die Heterogenität des Lichts versus die Heterogenität der Finsternis. Wenn man analog zu

---

7 Es ist wichtig zu verstehen, dass das etwas anderes ist, als zwei unterschiedliche spezielle Theorien in ein und die selbe allgemeinere Theorie zu integrieren.

8 Vergleiche auch Bergström (1990) S. 43

9 Ich will hier außen vor lassen, ob die Unterbestimmtheitsthese prinzipiell argumentativ widerlegbar und darauf bedingt überhaupt eine wissenschaftliche These ist.

Newtons Prismenexperimenten eine Reihe von Experimenten durchführt, die anstelle eines Lichteinfalls einen Schattenwurf auf ein Prisma richten, so erhält man aus den beiden Versuchsreihen eine Menge an Beobachtungen, die durch die beiden Theorien Heterogenität des Lichts und Heterogenität der Finsternis gleich gut und sogar gleich einfach vorher gesagt werden. Die Newtonsche Heterogenität des Lichts besagt, dass sich Licht in bestimmter Weise aus verschiedenen farbigen Bestandteilen zusammensetzt. Die Alternative Heterogenität der Finsternis besagt, dass sich Dunkelheit aus verschiedenfarbigen Bestandteilen zusammensetzt. Beide Theorien können erklären und vorhersagen, was man in den Prismenexperimenten beider Couleur beobachten kann. Die beiden Alternativtheorien sind bereits in dem Disput zwischen Newton und Goethe angelegt (wobei Goethe eine andere Theorie vorgeschlagen hat, sich aber Argumenten bediente, die die Heterogenität der Finsternis nahe legen). Dass historisch nur eine dieser beiden Theorien erfolgreich war, während die zweite nicht einmal wirklich ausformuliert wurde, entspricht genau dem von mir beschriebenen Vorgang, dass zu einem bestimmten Zeitpunkt, bezüglich einer bestimmten Menge Daten (die analogen Prismenexperimente mit einem Schattenwurf wurden damals nicht durchgeführt) eine Theorie überlegen erscheint und nur diese weiter entwickelt wird. Ebenso zeigt sich, dass die Heterogenität des Lichts sich leichter mit anderen Bereichen der Physik vereinbaren lässt als die Heterogenität der Finsternis. Die Unterbestimmtheit löst sich also durch Integration in eine allgemeinere Theorie auf. Es handelt sich also um kein Beispiel von Unterbestimmtheit bzw. es handelt sich um ein schlechtes Beispiel. Da es aber ein gutes Beispiel ohnehin nicht geben kann, ist vielleicht ein relativ gutes schlechtes Beispiel nicht wert ignoriert zu werden. Was ist an diesem schlechten Beispiel gut? Gut ist, dass überhaupt eine Unterbestimmtheit bezüglich einer bestimmten Datenmenge festgestellt werden kann. Gut ist aber vor allem Folgendes: es ist nicht unplausibel, dass es sich hier um eine Verzweigung handelt, die bei Erreichung einer unendlichen Datenmenge zwei unterbestimmte Theorien ergibt. Man kann sich also vorstellen, der Versuch, die Heterogenität der Finsternis in eine allgemeinere physikalische Theorie zu integrieren, führe zu Veränderungen der allgemeineren Theorie und auch zu neuen Experimenten, die die Datenmenge erhöhen, so dass die „klassische“ Physik und die „finstere“ Physik schließlich eine unendliche Menge Daten gleich gut und eventuell sogar gleich einfach vorhersagen. Das schlechte Beispiel trägt also den Ausgangspunkt eines guten Beispiels

in sich. Man könnte es ein gutes Pro-Beispiel<sup>10</sup> nennen. Die Bemühungen um ein gutes Beispiel sind zumindest in diesem Fall eindeutig nicht fruchtlos, obwohl ich sicher bin, dass sie nie zu einem wirklich guten Beispiel führen können. Um Verwirrungen vorzubeugen, möchte ich drauf hinweisen, dass die Entwicklung einer „finsternen“ Physik natürlich den Randbedingungen unterworfen ist, die ich Anfangs benannt habe. Die Kompetenz die nötig wäre, um die „finstere“ Physik in den Stand zu versetzen, der „klassischen“ Physik Konkurrenz zu machen, wird nie aufgebracht werden. Es ist schlicht wirtschaftlich unerreichbar. Darüber hinaus wartet die „klassische“ Physik ja nicht darauf, von einer „finsternen“ Alternative eingeholt zu werden, sondern wird ständig weiterentwickelt. Wenn ich sage, dass die Bemühungen um gutes Beispiel nie zu einem solchen führen werden, so trifft dies also auch dann zu, wenn man der Forderung ein gutes Beispiel müsse sich auf eine unendliche Menge Daten beziehen nicht zustimmt.

## Schluss

Von welchem Argument sich die Anhänger der Unterbestimmtheitsthese haben überzeugen lassen, ist mir bisher unklar geblieben. Es mangelt der Unterbestimmtheitsthese nicht nur an guten Beispielen, sondern auch an guten Argumenten. Für die These scheint vor allem zu sprechen, dass es wohl außerordentlich schwierig ist sie zu widerlegen, was sie allerdings in anrühige Nähe zu vielen unwissenschaftlichen Behauptungen rückt. Diesem argumentativen Mangel allein ist geschuldet, dass Bemühungen um etwas das es nicht geben kann, nämlich ein gutes Beispiel von Unterbestimmtheit, dennoch eine recht hohe Relevanz gewinnen, wenn sie hinreichend klug betrieben werden. Das kann man über den Fall der Heterogenität der Finsternis durchaus sagen. Um nochmal auf die Frage zurück zu kommen, ob die Unterbestimmtheitsthese selbstbezügliche Aussagen macht, will ich kurz eine Analogie herausstellen, der es nicht an einem gewissen Humor mangelt.

Wenn man hypothetisch annimmt, dass die Unterbestimmtheitsthese eine Aussage über die beobachtbare Wirklichkeit macht, wie Quine es fordert und ich es oben abgelehnt habe, so kann man als Alternative zu einer Theorie der Unterbestimmtheit die Theorie der Bestimmtheit aufstellen. Ähnlich wie im Falle der Heterogenität des Lichts oder

---

<sup>10</sup> In Anlehnung an den Ausdruck Pro-Vitamin;

der Finsternis zeigt sich eine Symmetrie, die man rhetorisch als Unterbestimmtheit bezeichnen könnte. Für eine Theorie der Bestimmtheit gibt es keine guten Beispiele. Ein gutes Beispiel von Bestimmtheit wäre eine Theorie von der man zeigen kann, dass es keine gleich guten oder besseren Alternativen geben kann. Selbst wenn das bezogen auf eine bestimmte Menge Daten gelingen würde, müsste man analog zum Fall der Unterbestimmtheit den Schritt oder Sprung in die Unendlichkeit der Daten abwarten, um eine Theorie wirklich als bestimmt bezeichnen zu können. Es kann also ganz analog keine guten Beispiele von Bestimmtheit geben. Wenn ich nun sage, die Datenmenge, die die Theorien der Unterbestimmtheit bzw. der Bestimmtheit vorher zu sagen im Stande sein sollen, sind die Beispiele die es gibt, dann kann man sagen, dass die beiden Theorien gleich gut oder schlecht abschneiden. Letztlich könnte ich behaupten, das sei ein Fall von Unterbestimmtheit, die These der Unterbestimmtheit von Theorien durch ihre Daten sei also selbst durch ihre Daten unterbestimmt. Das scheint ein Paradoxon zu sein: entweder die These trifft zu, dann ist sie nicht unterbestimmt, oder sie trifft nicht zu, dann sollte es aber auch keine Unterbestimmtheit zwischen den Theorien der Unterbestimmtheit und der Bestimmtheit geben.

Diese letzte Ausführung ist jedoch nur rhetorisch, sozusagen als Anekdote diskutabel. Dass zwei Theorien die Nicht-Existenz von Beispielen gleich gut nicht vorhersagen, ist schon reichlich lächerlich. Dass keine Beispiele existieren, entspricht einer leeren Datenmenge. Eine Theorie die nichts als eine leere Menge vorher sagen soll, kann man mit ein wenig Phantasie wohl problemlos aus dem Ärmel schütteln. Das Paradoxon, das sich ergibt, legt trotz angebrachter Kritik nahe, dass die Unterbestimmtheitsthese selbst nicht Objekt der Beziehung Theorie – Daten ist, also auch nicht Objekt der Aussagen, die sie selbst über diese Beziehung trifft. Es ist immerhin auch kein Zufall, dass man von der These der Unterbestimmtheit spricht und nicht von der Theorie der Unterbestimmtheit. Für die These könnte auch sprechen, dass von ihren schärferen Varianten eine gewisse Faszination ausgeht, die u.a. darin besteht, dass man den Wahrheitsanspruch der Naturwissenschaften durch eine Argumentation relativieren könnte, die ohne skeptische Versatzstücke auskommt. Wie man an der obigen, argumentativ schwachen Anekdote sieht, ist Faszination ein schlechter Ratgeber. Wirklich gute Argumente sind die Anhänger der Unterbestimmtheitsthese bisher schuldig geblieben.