

Herzlich willkommen! Ich sag einfach Du. Wenn Du so funktionierst wie die Meisten, hast Du großen Respekt vor dem, was Dich erwartet. Du hast, bewusst oder unbewusst, eine Barriere um Dich herum errichtet. Durch das Du rücke ich etwas näher zu Dir und befinde mich mit etwas Glück innerhalb Deines Schutzschirmes. Deine Skepsis ist etwas ganz Natürliches. Präzises Denken ist kein Werkzeug wie ein Zirkel, den man mit spitzen Fingern benutzt und danach wieder weg legt (und sich bei Bedarf auch noch die Hände wäscht). Es ist vielmehr eine Lebenseinstellung, etwas, das die gesamte Persönlichkeit betrifft ([Abb. 1.1](#)). Da darf man schon mal schlucken. Und weil mir dieses Problem bekannt ist, möchte ich mit Dir zunächst ein wenig darüber reden, wozu präzises Denken da ist, was es aus Dir macht und welche Risiken und Nebenwirkungen damit verbunden sind. Du kannst mir helfen. Du kannst zum Beispiel mit aller Dir zur Verfügung stehenden Energie daran arbeiten, Deine Barriere abzubauen oder mir wenigstens ein paar Schlupflöcher lassen. Solange die Barriere steht, habe ich keine Chance. Am besten wäre es, Du würdest mir vertrauen. Würdest Dich einlassen auf mich, meine Denkweise, auf dieses Buch. Das Mindeste ist aber, dass Du die Ziele dieses Buches erreichen *willst*, dass Du den Wunsch hast, Dein Denken zu schärfen. Wenn nicht, hast Du schon jetzt Zeit und Geld verschwendet. Bitte schlage in diesem Fall das Buch zu und versuche, es für ein paar Euro zu verkaufen. Das ist der beste Nutzen, den Dir dieses Buch noch bringen kann.

Du bist noch da? Gut, dann sind wir uns also einig. Lass uns damit beginnen, womit genau wir uns eigentlich befassen wollen.

1.1 Was ist präzises Denken?

Präzises Denken ist die Fähigkeit, Richtiges zu formulieren. Dazu gehören mehrere Kompetenzen. Du willst in der Lage sein, Gesagtes und Gemeintes in Übereinstimmung

Abb. 1.1 Es geht in diesem Buch um Techniken, die Dein Denken schärfer stellen



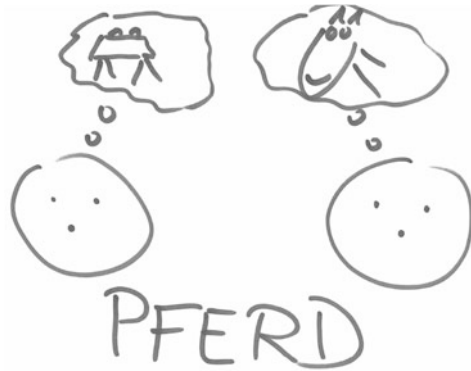
zu bringen. Du willst Wahres von Falschem, Wahres von möglicherweise Wahrem und Gewusstes von Geglauhtem unterscheiden können. Du willst Dir Rechenschaft darüber ablegen können, unter welchen Voraussetzungen, in welchem Sachzusammenhang etwas wahr ist, unter welchen Umständen es auch falsch werden könnte. Das ist nicht so einfach, denn in Deinem Alltag begegnen Dir vielleicht Leute, die die Wahrheit verdrehen, Dich manipulieren wollen. Die solltest Du durchschauen. Von deren Vorgehensweisen musst Du Dich lösen.

Richtiges zu formulieren, hat einen kommunikativen Aspekt. Für Formuliertes gibt es einen Sprecher, jemanden, der die Formulierung bildet, und einen Hörer, jemanden, der die fertige Formulierung verstehen soll. Das kann ein und dieselbe Person sein – Denken kann man als eine Kommunikation mit sich selbst auffassen. Es kann aber auch eine andere Person sein. Hier ist es noch mühsamer, Gesagtes und Gemeintes in Übereinstimmung zu bringen. Beim Denken für mich selbst reicht es aus, dass ich mir darüber im Klaren bin, was diese oder jene Formulierung zu bedeuten hat (Abb. 1.2). Dagegen funktioniert Kommunikation mit einer anderen Person nur, wenn wir *gemeinsame* Auffassungen über die Bedeutung von Begriffen, Sprachkonstrukten usw. haben (Abb. 1.3). Wir beide müssen gewisse Konventionen teilen, wie bestimmte Formulierungen zu verstehen sind. Juristen sind sich darüber einig, was unter den Begriffen *soll*, *grundsätzlich* oder *nach billigem Ermessen* zu verstehen ist. Das lernen sie in ihrem Studium. Eben solche Konventionen gibt

Abb. 1.2 Sagt A, schreibt B, meint C und D ist richtig ...



Abb. 1.3 Missverständnisse haben häufig unterschiedliche Auffassungen über die Bedeutung von Begriffen als Ursache



es in der Informatik und allen anderen Disziplinen. Diese Konventionen zu kennen und zu verstehen ist wichtiger Bestandteil präzisen Denkens. Denn erstens kann ich innerhalb meines Fachs darauf vertrauen, dass ich verstanden werde und zweitens bin ich mir darüber im Klaren, dass ich in der Kommunikation mit fachfremden Menschen lieber andere Formulierungen verwenden sollte. Umgekehrt muss ich eben nachfragen, falls mein Gegenüber Begriffe verwendet, die mit Konventionen belegt sind. In der Realität wird das oft schlampig gehandhabt. Zum Beispiel bleiben Anwälte gern im Juristendeutsch, wenn sie mit ihren Klienten reden. Ärzte knallen ihren Patienten lateinische Wörter an den Kopf. In allen Fällen leidet die Kommunikation und daher wünsche ich mir von Dir, dass Du Dir genau Rechenschaft darüber ablegst, wo und im Gespräch mit wem Du Fachslang verwendest und wo Du es lieber bleiben lässt. Am besten kommunizierst Du dann, wenn Du Deine Worte als Service für Deine Hörer, Dich selbst als Dienstleister auffasst.

Ansonsten ist bis hierhin das, was präzises Denken ausmacht, in jeder Wissenschaft und auch in den meisten Künsten gleich. Die ersten Unterschiede stellst Du bei der Frage fest, wie wahr eigentlich „wahr“ ist. Wenn eine Richterin eine Angeklagte in einem Indizienprozess schuldig spricht, heißt das, dass sie die Aussage „die Angeklagte hat die Tat, derer sie beschuldigt ist, begangen“ *nach menschlichem Ermessen* für wahr hält, also die Wahrscheinlichkeit, sich zu irren, für so gering einschätzt, dass sie das verbleibende Risiko eines Fehlurteils im Licht der generellen Unschuldsvermutung für akzeptabel befindet. Die Richterin weiß natürlich, dass die prinzipielle Möglichkeit besteht, dass ihre Einschätzung falsch ist. Nur wird eine wesentlich höhere Messlatte für eine Schuldsprechung das System der Rechtspflege an sich infrage stellen, es sei denn, man bewegt sich in einem Land, in dem jeder Schritt jedes Menschen, auch in der eigenen Wohnung, lückenlos protokolliert wird. Wahrheit im Rechtswesen ist also etwas, das man mit hoher Sorgfalt einer absoluten Wahrheit annähern, aber nicht erreichen kann. Prüfstein für den Bestand eines Urteils im Einzelfall sind neue Fakten und höhere Gerichtsinstanzen. Präzises Denken auf dem Gebiet der Jura besteht zum Beispiel darin, die korrekten Rechtsnormen in angemessener Auslegung heranzuziehen, in Aussagen Glaubwürdiges von Unglaubwürdigem

zu trennen, Manipulationsversuche durch Zeugen und Anwälte zu erkennen und ihnen gegenüber resistent zu sein.

In der Physik gilt jene Theorie als wahr, aus der heraus sich der Ausgang von Experimenten am besten vorhersagen lässt. Die Wahrheit einer Behauptung ist dort relativ zu der Natur der Experimente und Beobachtungen, die sich mit gegebenen Mitteln realisieren lassen. Die Newtonschen Gesetze der Mechanik waren solange wahr, bis Experimente mit Elektrizität und Licht Beobachtungen ermöglichten, die den Vorhersagen widersprachen und durch Relativitätstheorie oder Quantenmechanik besser erklärt wurden. Das Standardmodell der Physik über die Natur der Elementarteilchen wird solange anerkannt sein, bis in einem Teilchenbeschleuniger ein Effekt erzeugt wird, der mit ihm nicht in Einklang steht. Gute Physiker sind sich darüber im Klaren, dass ihre Einsichten, ihre Theorien unter dem Vorbehalt zukünftiger Experimente stehen. Ihr präzises Denken beinhaltet unter anderem, geeignete mathematische Modelle physikalischer Phänomene zu bilden und diese Modelle angemessen zu interpretieren. Dabei müssen zum Beispiel Einflussgrößen als wesentlich oder unwesentlich eingestuft werden, da sonst die Modelle zu komplex für brauchbare Vorhersagen werden.

Auch Geisteswissenschaftler müssen präzise denken. Sie müssen komplexe Konzepte wie *Bewusstsein*, *freier Wille*, *Demokratie* oder *Schönheit* auf einen Kern reduzieren, den sie beschreiben, verstehen und verarbeiten können. Im Gegensatz zu den Physikern können Geisteswissenschaftler nur selten Experimente anstrengen, um unter konkurrierenden Theorien diejenige mit der besten Vorhersagekraft zu ermitteln. Sie müssen auf Ereignisse warten, die um sie herum passieren, oft nicht durch sie selbst beeinflussbar. Historiker können natürlich hoffen, dass frisch aufgefundene Dokumente oder erfolgreiche Ausgrabungen eine Theorie erhärten oder schwächen. Wer zum freien Willen philosophiert, interessiert sich sicher für Erkenntnisse der Neurobiologie. So können sich Theorien mehr oder weniger stark bewähren. Dabei können aber einander widersprechende Theorien lange Zeit koexistieren und sich allein in der Zahl der Anhängerschaft unterscheiden.

Die genannten Beispiele zeigen, dass Wahrheit etwas Vergängliches, Relatives sein kann. In der Mathematik ist das anders. Eine in der Mathematik getroffene Aussage stimmt oder sie stimmt nicht. Dazwischen gibt es nichts. Diese Absolutheit von Wahrheit, weit jenseits des Wahrheitsanspruchs von Richtern, Physikern und Philosophen, erreicht die Mathematik durch einen simplen Trick. Im Gegensatz zu den genannten Personen beschäftigen sich Mathematiker nicht mit der realen Welt, wie sie nun einmal ist, sondern mit einer *künstlichen*, vollständig selbst erschaffenen Welt. Mit einer, in der sie selbst sämtliche Spielregeln bestimmen. Dies bedeutet aber keineswegs, dass Mathematik in der realen Welt unbrauchbar wäre.

Beginnen wir mit einem Beispiel. Nehmen wir an, ein Bauer hat am Abend drei Hühner in einen leeren Stall hinein- und am Morgen zwei davon hinausgetrieben. Nun will er, ohne hineinzuschauen, wissen, wie viele Hühner noch drin sein müssten. Dazu übersetzt er sein reales Problem in ein mathematisches Problem. Aus den drei Hühnern wird die Zahl 3, aus den zwei Hühnern die Zahl 2. Zur Ermittlung der verbliebenen Hühnerzahl überlegt er, dass dies die Differenz zwischen den hinein- und den hinausgetriebenen sein müsste. In

Abb. 1.4 Wenn ein mathematisches Modell keine korrekte Antwort liefert, kann der Fuchs schuld sein



Mathematik hat er zu diesem Zweck den Wert des Terms $3 - 2$ zu ermitteln. Somit hat der Bauer ein reales Problem (wieviele Hühner sind im Stall?) in ein mathematisches Problem (was ergibt $3 - 2$?) übersetzt. Die Mathematik liefert als Antwort auf ihr Problem die 1. Dies übersetzt der Bauer nun zurück und geht davon aus, dass er noch ein Huhn im Stall hat. Und meistens ist das auch so.

Es kann natürlich Fälle geben, in denen der Bauer im Stall nachsieht und kein Huhn mehr findet. Das kann zum Beispiel am Fuchs liegen (Abb. 1.4). Heißt das, dass in diesen Fällen die Mathematik eine falsche Prognose gestellt hat? Nein! Es ist ihr lediglich eine falsche Frage gestellt worden, eine ohne Fuchs. Die korrekte Frage nach der Anzahl der Hühner unter Berücksichtigung des Fuchses ist eben nicht die Frage nach dem Wert von $3 - 2$.

Die Anwendung von Mathematik auf Probleme der Realwelt mag oft komplexer sein, das Prinzip ist aber der gleiche Dreiklang. Erstens wird das realweltliche Problem in ein mathematisches Modell übersetzt, zweitens werden aus diesem mathematischen Modell Konsequenzen gezogen und drittens werden diese Konsequenzen in der Realwelt interpretiert. Mathematik ist nur der zweite Schritt. Die beiden anderen sind Sache der Anwender, also der Hühnerkundler, Physiker, Ökonomen. Die Mathematik ist demnach ein Haus, in dem man die Realwelt beim Betreten an der Garderobe abgibt und sie beim Verlassen wieder zurückbekommt. Modelliert man die Welt ohne Füchse, bekommt man auch die Antwort ohne Füchse. Will man wissen, mit welcher Geschwindigkeit v ein Schrankenwärter einen Reisenden wahrnimmt, der mit Geschwindigkeit v_1 , sagen wir 4 km/h in einem mit Geschwindigkeit v_2 , zum Beispiel 200 km/h fahrenden Zug nach vorn läuft, so kann man Newton folgen und $v = v_1 + v_2$ modellieren oder Einstein und $v = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$ berechnen. Die Mathematik ist im Streit zwischen Newton und Einstein neutral. Gibt man ihr eine der beiden Formeln und Werte für v_1 und v_2 , ermittelt sie einen resultierenden Wert für v . Der wird sich bei heute üblichen Zügen und Reisenden kaum unterscheiden und bei 204 km/h liegen. Für schnellere Dinge aber, etwa Raumschiffe oder Planeten, ist der Unterschied aber groß genug, um den Streit zwischen Newton und Einstein zu schlichten. Die Mathematik sagt lediglich, dass $200 + 4$ gleich 204 ist und $\frac{200+4}{1 + \frac{200 \cdot 4}{1.000.000.000^2}}$ eine Winzigkeit weniger.

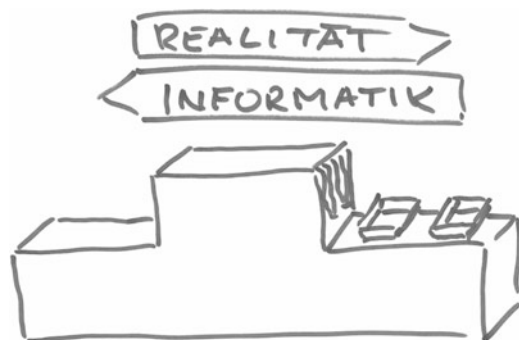
Innerhalb ihres eigenen Hauses, zur Ausführung des zweiten Schrittes im oben erwähnten Dreiklang, kann die Mathematik die perfekte Ordnung halten, die sie zur

Erzielung ihrer unumstößlichen Wahrheiten braucht. Sie lässt dort lediglich diejenigen Dinge, Techniken und Methoden zu, die ihrem absoluten Wahrheitsanspruch gerecht werden. Alles andere fliegt raus. Das klappt sogar, wenn man Mathematik nutzt, um vage Aussagen zu treffen. Nehmen wir an, dass unser Bauer beobachtet, dass der Fuchs keinerlei Präferenzen hat, an welchen Tagen er aufkreuzt und dass er es im Schnitt alle 10 Tage probiert. Dann kann die Wahrscheinlichkeitsrechnung unserem Bauern die Aussage liefern: "mit einer Wahrscheinlichkeit von 81 % ist das eine Huhn am Morgen des dritten Tages noch am Leben". Obwohl also auch Mathematik nicht herausfinden kann, wann der Fuchs nun genau kommt, ist die getroffene Aussage wiederum exakt und hilft dem Bauern zur Beantwortung der Frage, ob und zu welchen Bedingungen er eine Wette mit seiner Nachbarin eingehen sollte.

Auftritt Informatik. Grundlage all dessen, was in diesem Buch noch folgt, ist die Auffassung, dass wir in der Informatik im wesentlichen die gleiche Situation vorfinden wie in der Mathematik. Auch in der Informatik befinden wir uns in einer selbst geschaffenen Welt (Abb. 1.5). Was uns nicht passt, müssen wir ja nicht bauen. Unsere Schaltungen sind so gebaut, dass sie uns eine Null liefern, wenn wir eine Null wollen und eine Eins, wenn wir eine Eins wollen. Alles weitere ist auf diesem Fundament aufgebaut.

Die Schaltungen selbst verhalten sich natürlich nach den Gesetzen der Physik. Da strömen Elektronen durch dotierte Halbleiter und angeblich sogar Löcher. Die Elektronen können durch bestimmte Arten von Strahlung aus dem Weltraum oder von sonstwo weggeschossen werden und das Schaltverhalten beeinflussen. Die können Werte von Speicherzellen umbiegen. Allein, die Elektroniker sorgen dafür, dass dies so selten passiert, dass es uns kein allzugroßes Kopfzerbrechen bereiten muss. Sie dimensionieren den Miniaturisierungsgrad der Schaltkreise, die Taktfrequenz und viele andere Werte so, dass ein Fehler unwahrscheinlicher ist, als dass ein Meteorit unseren Computer zu Brei schlägt. Lediglich in extremen Anwendungsfällen und unter extremen Sicherheitsanforderungen, wie zum Beispiel beim Einsatz von Computern in Flugzeugen, müssen wir auch jenseits der Hardware über Fehler durch Strahlung und mögliche Gegenmaßnahmen nachdenken. Wenn wir aber einen gewöhnlichen Sortieralgorithmus entwerfen, wachen wir ganz sicher nicht nachts schweißgebadet auf und rufen „Oh Gott, die Taktfrequenz!“.

Abb. 1.5 In das Gebäude der Informatik lassen wir nur geprüfte Fakten und Methoden

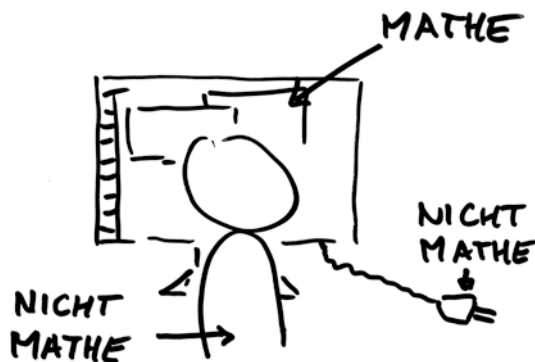


Auch die Übertragung von Informationen folgt den Gesetzen der Natur, mit Auswirkungen auf unsere Arbeit. Aber auch solche Probleme verhandeln wir normalerweise nur abstrakt. Wenn wir einen Film herunterladen, nehmen wir zur Kenntnis, dass wir eine bestimmte Datenrate erreichen und dass die Verbindung gelegentlich unterbrochen sein kann. Uns kümmert aber weniger, ob der Regen die Blätter des Baumes vor unserem Balkon durchnässt hat, die dann die WLAN-Verbindung zwischen uns und dem Access-Point bei unserem Kumpel gegenüber stört, ob ein Marder ein Kupferkabel durchbissen hat, oder ob das nasse Birkenholz alle ist und deshalb unsere Datenpakete nicht mehr durch Rauchzeichen weitergegeben werden können. Unser Betriebssystem sucht einfach, unter tätiger Mitwirkung benachbarter Server, eine alternative Verbindung. Notfalls versuchen wir es später. Der Rest ist anderer Leute Business. Lediglich in Ausnahmefällen, wenn wir Systeme an ihre Grenzen fahren, müssen wir etwas mehr Wissen über die Kommunikationssysteme einbringen.

Auf der anderen Seite der Informatik-Welt finden wir die Nutzer. Alles, was die angeht, kann man natürlich auch nicht mit Mathematik verhandeln. Was ein Nutzer als angenehm empfindet, entscheiden eher Psychologen und nutzen dabei ihren Stil präzisen Denkens. Wenn allerdings die Entscheidung gefallen ist, *wie* ein bestimmter Inhalt am Bildschirm zu präsentieren ist, sind wir es, die dafür sorgen, *dass* das so geschieht. Und da sind wir wieder in der perfekten Welt aus Null und Eins.

Wenn ich von präzisiertem Denken für Informatiker spreche, meine ich damit diejenige Art präzisen Denkens, die für die Welt zwischen Hardware und Nutzer geeignet ist. Also jene Welt, in der alles perfekt, alles digital, alles entweder Null oder Eins, richtig oder falsch ist (Abb. 1.6). Es ist eine Welt, die der Mathematik erheblich näher ist als der Welt der Physik, der Geisteswissenschaften, des Rechts. Deshalb schauen wir uns die Techniken unseres präzisen Denkens weitgehend von den Mathematikern ab. Immerhin hatten die rund 4000 Jahre mehr Zeit als wir, sich einen geeigneten Umgang mit Präzision zu überlegen. Sie haben auch schon erlebt, wie man auf die Nase fallen kann, wenn man das Problem der Präzision im Denken nicht ernst genug nimmt und haben sich die leistungsstärksten Mechanismen ausgedacht, wie man die Richtigkeit getroffener Aussagen zweifelsfrei belegen kann.

Abb. 1.6 Das Innere der Informatik, also alles jenseits von Hardware und Nutzern, ist ebenso idealisierbar wie die Mathematik



Die Mechanismen, die in der Mathematik zum Zweck präzisen Denkens genutzt werden, umfassen im Wesentlichen drei Kompetenzen:

- (1) die Bildung von Begriffen mit präzise festgelegter Bedeutung;
- (2) die missverständnisfreie Formulierung von Aussagen;
- (3) die zweifelsfreie Begründung ihrer Richtigkeit.

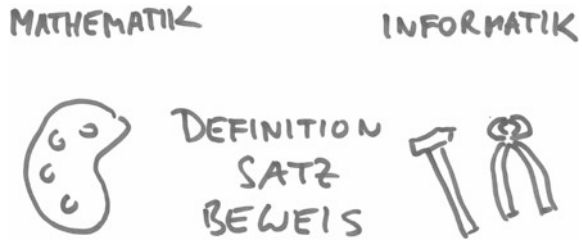
Diese drei Kompetenzen spiegeln sich in Textbausteinen wider, die in mathematischen Fachtexten explizit benannt werden: *Definition*, *Satz*, *Beweis*. Ich kenne (einige wenige) Mathematiker, die ihre Beiträge auf genau diese drei Arten von Textbausteinen reduzieren und alles andere für nutzlosen Firlefanz halten.

Auch wenn wir uns also unsere Fachsprache von den Mathematikern anschauen, gibt es doch ein paar Unterschiede zwischen präzisem Denken von Mathematikern und Informatikern. Und diese sind dann der Grund, warum ich mich an Informatiker und nicht an Mathematiker wende. Sie haben mit der Kompetenz des Beweisens zu tun und betreffen vor allem die Herangehensweisen. Der Beweis einer Aussage ist immer eine Mischung aus kreativen Gedanken einerseits und mechanischem Handwerk andererseits. Diese Mischung kann variieren, so wie überall. Ein Kunstwerk manifestiert einen hohen Anteil an Kreativität, wäre aber ohne eine handwerkliche Umsetzung undenkbar. Auch um die schönste Statue muss der Stein drum herum weggemeißelt werden. Ein Gebrauchsgegenstand hat einen höheren handwerklichen Anteil, ist aber auch ohne Design schwer verkäuflich.

Mathematiker lösen Probleme, die noch nicht gelöst sind. Nach vielen tausend Jahren Mathematik sind das oft schwere Probleme, solche, die mit den bekannten Herangehensweisen nicht geknackt werden konnten. Wenn Mathematiker ausgebildet werden, ist es also wichtig, die Kreativität zu fördern, die Fähigkeit, bekannte Bahnen zu verlassen. Ein Mathematiker braucht also ein prinzipielles Verständnis dafür, wann ein Beweis schlüssig ist, aber nicht unbedingt ein allzu intensives Training für konkrete Beweistechniken. Für Mathematiker sind Beweise Kunstwerke, die eigentlichen Abbilder ihrer Kreativität. Informatiker beschäftigen sich mit Aussagen nicht vordergründig, weil sie schwer sind, sondern weil diese Aussagen zur Lösung eines Problems beitragen – eines Problems, das anderweitig als durch den Schwierigkeitsgrad der damit verbundenen Aussagen motiviert ist. Für Informatiker sind Beweise eher Gebrauchsgegenstände, also Dinge, bei denen Standardtechniken eine Chance haben zu funktionieren (Abb. 1.7).

Eine ähnliche Diskrepanz gibt es zwischen der Kultur der Mathematik und der Kultur der Physik. In beiden Disziplinen spielen Differentialgleichungen und ihre Lösung („Integrieren“) eine Rolle. Bei handelsüblichen Aufgaben wird normalerweise eine Physikerin eine Mathematikerin um Längen schlagen. Für sie ist Integrieren tägliches Handwerk. Die Mathematikerin hat dagegen ein viel tieferes Verständnis dafür, *warum* die Techniken der Physikerin überhaupt funktionieren. Mit diesem Verständnis kann sie leichter diejenigen Aufgaben knacken, bei denen die Physikerin mit ihren Standardtechniken nicht

Abb. 1.7 Für Mathematiker kann ein Beweis ein Kunstwerk sein, für Informatiker ist er meistens Handwerk



weiterkommt. Beide integrieren, aber beide entwickeln dabei durchaus unterschiedliche Kompetenzen.

Wenn sich dieses Buch also an Informatiker und nicht an Mathematiker richtet, dann deshalb, weil die hier besprochene Technik des Beweisens stärker den handwerklichen Aspekt betont und den kreativen Anteil etwas vernachlässigt. Ich versuche, meine eigene Erfahrung im Umgang mit Beweisen im Informatik-Umfeld in Kochrezepte zu gießen und an Dich weiterzugeben. Auf diese Weise will ich Dich befähigen, selbst Beweise zu führen, egal mit welchem Talent Du Dich ausgestattet fühlst. Meine Erfahrung ist, dass alle das schaffen können, unabhängig von den schulischen Voraussetzungen, solange sie sich mit dem nötigen Willen und Kampfgeist der Herausforderung stellen.

1.2 Und das soll wirklich im Alltag helfen?

Ja. Tut es. Auch wenn Du nicht in die Theorie, sondern in die Praxis willst. Präzises Formulieren ist Dein Tagesgeschäft. Ein Programm zu schreiben, ist das präzise Formulieren einer Vorschrift. Dein Computer folgt Deiner Vorschrift blind. Er weiß nur, was Du gesagt hast und nicht, was Du gemeint hast. Und er wird das Gesagte strikt befolgen. Ein Computer besitzt eben nicht die Intelligenz, mit Kontext und Erfahrung unpräzise Aussagen als solche zu erkennen, zu korrigieren und still in sich hineinzulächeln. Formulierst Du unpräzise, führt das zu erhöhter Fehleranfälligkeit von Programmen, zu erhöhten Schwierigkeiten, diese Fehler zu erkennen und zu beheben, zu zusätzlichen Testzyklen und zu unglaublich viel Frust. Denkst Du präzise, bist Du erheblich produktiver. Du lieferst etwas später Deinen ersten Entwurf, drehst aber weniger Runden zum Nachbessern.

Im Übrigen sind die Chancen gering, dass Dein Tag in der Praxis nur aus Programmieren bestehen wird. Du wirst viel kommunizieren, mit Deinem Management, Deinen Kollegen, Deinen Kunden. Die meisten Deiner Kommunikationspartner sind ihrerseits keine Informatiker. Selbst unter Deinen Kollegen sind massenhaft Quereinsteiger, und wenn sie nicht gerade aus Mathematik oder Physik kommen, sind sie oft Autodidakten in der mathematischen Version präzisen Denkens. Es ist also nicht nur Deine Aufgabe, *selbst* präzise zu denken, oder mit Menschen zu kommunizieren, die unsere Spielregeln

bereits kennen und befolgen. Du musst vielmehr in der Lage sein, mit Menschen zu kommunizieren, die ihrerseits *nicht* präzise in unserem Sinne agieren und musst ihnen präzise Informationen aus der Nase ziehen können. Dazu musst Du sehr bewusst unterscheiden können zwischen fachsprachlichen und landläufigen Formulierungen und musst zwischen diesen Welten dolmetschen können. Das kannst Du nur, wenn Du die präzise Fachsprache sehr tiefgründig durchschaust und beherrschst. Mit präzisem Denken wird es Dir leichter fallen, Pflichtenhefte, Standards, Spezifikationen, Arbeitsaufgaben für Teammitglieder zu formulieren und zu verstehen. Nur mit Präzision lässt sich erreichen, dass die verschiedenen Produkte bzw. Komponenten letztlich wirklich zusammenpassen. Nur so lassen sich extrem teure und frustrierende Nachbesserungen vermeiden.

Eine Anekdote zu diesem Thema. Ich hatte einst die Aufgabe, in einem Produktionsbetrieb Vorgänge in ein Modell zu überführen, mit dessen Hilfe per Simulationsstudien Antworten auf drängende Fragen beantwortet werden und Umstrukturierungsentscheidungen mit Daten unterlegt werden sollten. Zu diesem Zweck musste ich die Funktionsweise verschiedener Anlagen verstehen, um sie im Modell akkurat abbilden zu können. Im Interview mit den Experten bekam ich normalerweise Aussagen der Form „Wenn *dieses und jenes* passiert, dann reagiert die Anlage folgendermaßen“. Meine Gegenfrage war dann grundsätzlich: „Und wie reagiert die Anlage, wenn dieses und jenes *nicht* passiert?“. Erste Antwort: das kommt nicht vor. Daraufhin habe ich Szenarien gebastelt, in denen die fragliche Situation herbeigeführt wird, und habe die Experten damit konfrontiert. Nach ein paar Augenblicken ungläubigen Staunens ging es dann per Leiter hoch zur Anlage oder es wurde der Steuerungscode der Anlage inspiziert, um meine Frage zu beantworten. Ich war also der Einzige, dem aufgrund einiger Vorbelastung in präzisem Denken klar war, dass zu jedem *Wenn* auch ein *Wenn nicht* gehören muss. In den meisten Fällen haben die Experten dadurch etwas erfahren, das ihnen vorher nicht klar war und manchmal war dies die Antwort auf die Frage, wegen der ich eigentlich simulieren sollte. Mit anderen Worten: Präzision hilft ungemein, wenn es darum geht, Vorgänge tiefgründig zu verstehen, in deren Umfeld eigene Aufgaben (Programmieren, Simulieren, Installieren, ...) angesiedelt sind. Präzises Denken hilft, Dinge gleich beim ersten Mal richtig zu machen. Und das macht Spaß!

1.3 Wird man durch dieses Buch zum Nerd?

Dies ist eine berechtigte Angst. Es gibt sie ja, die etwas unangenehmen Zeitgenossen, die ihr logisches Denken auf zum Teil etwas lästige Weise zur Schau stellen. Keine Angst. Wer vorher Nerd war, bleibt Nerd, wer vorher keiner war, wird auch keiner. Was Nerds ausmacht, ist nicht das Übermaß an logischem Verstand, sondern der Mangel an sozialem Verstand. Ein Mindestmaß an sozialem Verstand reicht aus, beliebig großen logischen Verstand genießbar zu machen. Und ohne diesen sozialen Verstand ist auch ein mittelmäßig ausgeprägter logischer Verstand anstrengend.

Der logische Verstand ist dazu da herauszufinden, ob etwas richtig oder falsch ist. Der soziale Verstand ist dazu da herauszufinden, bei welchen Gelegenheiten und in welchem Ton man seine Erkenntnisse zum Besten geben sollte. Unangenehm ist ja nicht der Fakt, dass jemand weiß, wann es *dasselbe* und wann *das Gleiche* heißt. Unangenehm ist, wenn es einem auch noch nach dem dritten Bier in der Kneipe unter die Nase gerieben wird. Ein Kampfsportler ist ja auch unangenehm, wenn er wild mit seinen Handkanten herumfuchtelt, während er durch die Straßen läuft. Ein guter Sportler würde so etwas niemals tun. Er würde der nette hilfsbereite Typ von nebenan sein und seine Fähigkeiten nur dort einsetzen, wo sie angebracht sind, nämlich in der Sporthalle und in extremen Gefahrensituationen. Genauso kannst Du auch die erkannten logischen Fehler Anderer still in Dich hineinlächeln, ohne Deinen Gegenüber herabzusetzen.

Was Deine eigene Sprache angeht, musst Du auch keine Angst vor Verarmung haben. Präzises Denken bildet keine Einschränkung in Bezug auf Deine Themen, Du darfst also gern interessant bleiben. Präzises Denken hindert Dich nicht daran, ein Kunstwerk zu genießen. Präzises Denken schult lediglich Deine Fähigkeit, Dinge kurz, prägnant und glasklar zu formulieren. Dies wird von *allen* Gesprächspartnern als erfrischend empfunden. Allein schon deshalb, weil es nicht ihre Zeit stiehlt. Und beim Flirten darfst Du meinetwegen frei nehmen vom präzisen Denken. Präzise formulieren *können* heißt sowieso nicht, zwanghaft präzise formulieren zu *müssen*. Entscheide doch selbst, was besser ist: dass einem Mehrdeutigkeiten einfach so passieren, ohne dass man das erkennen, geschweige denn beeinflussen kann? Oder dass man Mehrdeutigkeiten bei Bedarf bewusst und zielgerichtet einsetzt? Das bewusste Einsetzen von Mehrdeutigkeit wird in seiner lustigen Variante Ironie genannt und ist Lebensgrundlage aller Comedians oberhalb der Flachwitz-Kalauer-Klasse. Ein guter Satiriker zieht extrem logische Schlüsse aus unseren gewohnten Gedankengängen und zeigt uns dadurch ihre Absurdität. Auch Politiker müssen wissen, was eine präzise formulierte Aussage ist. Nur so können sie sie derart konsequent vermeiden, dass sie auch ein paar Jahre später nicht auf ihre früheren Aussagen festgenagelt werden können.

Präzise Aussagen müssen auch nicht lang sein. Im Gegenteil. Zu viele Sätze mit Nebensätzen voller wenn und aber lassen normalerweise darauf schließen, dass der Sprecher sich zwar auf dem Weg hin zu präzisiertem Denken befindet, aber noch nicht angekommen ist. Insofern musst Du Dich auch nicht beunruhigen, wenn Deine Sätze zwischenzeitlich komplizierter und sperriger werden. Irgendwann werden sie wieder einfacher und flüssiger und dann weißt Du, dass Du es geschafft hast. Unnötig lange Sätze kommen dadurch zustande, dass Du zwar verstanden hast, *dass* Du präzise formulieren musst, aber noch nicht genug darin geübt bist, *wie* Du das tun kannst. Du startest mit einer unpräzisen Aussage, erkennst immerhin deren fehlende Präzision und versuchst nun, mit noch einem und noch einem Nebensatz die Unklarheiten auszumerzen. Später, wenn Du den schwarzen Gürtel in präzisiertem Denken erworben hast, wirst Du in der Lage sein, gleich eine passende präzise Formulierung zu finden und sparst Dir die Ecken und Kanten.

Du siehst also, dass präzisiertes Denken etwas Positives und, mit einem Minimum an sozialen Fähigkeiten, etwas absolut Gesellschaftsfähiges ist.

1.4 Wie geht es weiter?

Ich will Dir in diesem Buch etwas über das Bilden von Begriffen, das Formulieren von Aussagen und das Begründen ihrer Richtigkeit beibringen. Jeder der folgenden Abschnitte ist einer dieser drei Qualifikationen gewidmet. Wir wechseln zwischen den drei Qualifikationen in ständigem unregelmäßigem Wechsel. So hangeln wir uns von den einfachen Übungen zu den anstrengenderen vor. In den Mittelpunkt stelle ich dabei den Umgang mit unserer eigenen Sprache. Diese ist der Träger unseres Denkens. Elemente der mathematischen Formelsprache werde ich auch berücksichtigen, aber eher als Untermalung. Mir ist wichtiger, dass Dein Kopf klar wird, und der arbeitet nicht mit Formeln, sondern mit sprachlich formulierten Gedanken.

Beginnen wir mit einer Übung – keiner leichten.

Aufgabe 1 *Beobachte Dich selbst. Lege Dir Rechenschaft darüber ab, welche sinnlosen Füllwörter Du in Deine Sätze einfügst. Es geht um all die quasi, so gesehen, meiner Meinung nach, irgendwie und wie sie alle heißen. Erteile diesen Wörtern Hausverbot und setze dieses Verbot durch!*

Wenn Du das Privileg hast, dass Dich Andere auf Deinem Weg begleiten, könnt Ihr gemeinsam eine Schwafelkasse einrichten und so die Finanzierung Eurer Besuche in der Eisdiele sichern.



<http://www.springer.com/978-3-662-54972-8>

Präzises Denken für Informatiker

Wolf, K.

2017, VI, 184 S. 56 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-662-54972-8