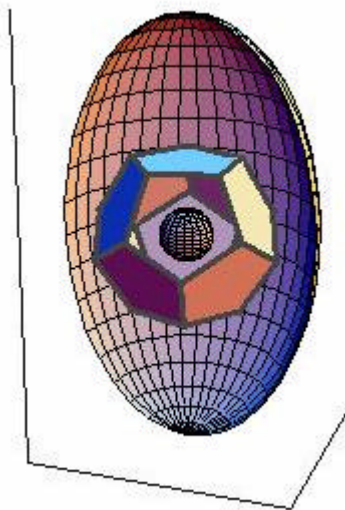


Eingangsfragen über „Fragen zum Beginn des Nachdenkens“

(Was Studierende manchmal so fragen)



Für Ingenieure und Architekten

von Rolf Wirz

Vormals Ingenieurschule / HTA / HTI Biel // Neu: Berner FH AHB – BFH

© Rolf Wirz 1989 / ... / 2000 / ... / 2007 / ... / 2012

„Weniger ist mehr!“

Bis ans Ende gedehnt muss man daraus wohl schließen:

„Überhaupt nichts ist alles!“

Wird das einem jemand glauben?

Wie steht es somit mit den Aussagen im Vergleich zu den Sprüchen?

Aktuelle Adresse des Autors (ab 2007):

Rolf W. Wirz-Depierre
Prof. für Math.
Berner Fachhochschule (BFH), Dep. AHB und TI
Pestalozzistrasse 20
Büro B112
CH--3400 Burgdorf / BE
Tel. ++41 (0)34 426 42 30 / intern 230
Mail: Siehe <http://rowicus.ch/Wir/indexTotalF.html> unter „Koord. von R.W.“

Inhaltsverzeichnis

Eingangsfragen über.....	1
„Fragen zum Beginn des Nachdenkens“.....	1
Inhaltsverzeichnis	3
Fragen: Was ist ein Ingenieur und was rechnet er?.....	5
Ingenieur ist eine relativ junge Berufsgattung.....	5
Was war also ein Ingenieur – was ist er heute noch?	5
Was rechnet ein Ingenieur?	6
Mit was rechnet ein Ingenieur?	6
Was sind Zahlen? Woher kommen sie? Was ist ein Begriff?.....	6
So fragte einst ein Studierender	6
„A priori“ contra „a posteriori“.....	6
Darauf stellte der Studierende die nachfolgenden weitere Fragen.....	7
„Begriffe“ contra „Chiffren“	7
Sinnvolles, vernünftiges contra unsinniges, unvernünftiges Reden.....	8
Rückfrage des Studierenden	9
Und danach die Antwort	9
Wie rechnet ein Ingenieur?	10

Fragen: Was ist ein Ingenieur und was rechnet er?

- Woher kommt der Titel „Ingenieur“
- Wie entstanden die Ingenieurschulen
- Welche Leute wurden Ingenieure

Ingenieur ist eine relativ junge Berufsgattung

- Schon im Mittelalter kannte man den Titel „ingeniarius“. Er war auf die Wartung und den Einsatz militärischer Instrumente (Rüstungen, Waffen, Geschütze) bezogen.
- Auch schon Leonardo da Vinci trug den Titel „ingegnier“. Er baute Waffen, Festungen.
- Neben dem Militär ging es beim Ingenieurwesen bald auch um die Entwicklung der Länder, also um das Anlegen von zivilen Strassen, um Abwasserleitungen, um Wasserversorgung usw.
- In Deutschland (vor allem während dem Dreißigjährigen Krieg) und in Frankreich (ab 1720) gab es die Gründung von militärischen Ingenieurkorps für Straßen- und Brückenbau.
- Die zivile wissenschaftliche Ausbildung der Ingenieure begann in Paris 1747 an einer dafür geschaffenen Ausbildungsstätte. Man wollte Frankreich entwickeln.
- 1794 wurde dann in Paris durch den Mathematiker Gaspard Monge die erste École Polytechnique gegründet. Allen Ingenieuren gemeinsam war die Mathematik.
- 1795 folgte in Paris die Schule für Straßen- und Brückenbau (École Nationale des Ponts et Chaussées).
- 1855 entstand in Zürich das «Eidgenössisches Polytechnikum» (oft Poly genannt).
- Um 1898 wurden die Schüler der polytechnischen Lehranstalt zu Studenten befördert.

Was war also ein Ingenieur – was ist er heute noch?

- Ein Ingenieur war immer ein Angehöriger einer technischen Berufsgattung.
- Ein Ingenieur konnte nicht nur lesen und schreiben, sondern auch noch rechnen.
- Ein Ingenieur war daher ein Berufsmann, der neben seinen Fachkenntnissen auch noch das Rechnen beherrschte und damit planen konnte.
- Ein Ingenieur konnte Konstruktionen voraus berechnen, so dass man nach ihrer Erstellung keine Versuchskaninchen mehr brauchte um festzustellen, ob sie halten und dauern. Auf die Arbeit des Ingenieurs war Verlass.
- Vor der französischen Revolution kam ein Ingenieur in der Regel aus dem 3. oder dem 4. Stande (Handwerker oder Bauern). Er war an einer Ingenieurschule ausgebildet worden. Also nicht an einer Universität, welche gewöhnlich dem 1. oder dem 2. Stand (Adel und Klerus)

vorbehalten blieb und welche die Künste des freien Mannes (das Trivium, später phil. I und das Quadrivium, später phil. II) sowie Theologie, Jurisprudenz und Medizin lehrte.

- Da die Wurzeln der Ingenieurberufe in die Waffentechnik reichen, klingt der militärische Stil in der Ingenieurausbildung heute noch etwas nach.

Was rechnet ein Ingenieur?

- Es hängt von seiner Studienrichtung ab, was er rechnen muss. Generell könnte man sagen:
 - o Kräfte, Momente, Spannungen, Ströme usw.
 - o Dimensionierungen
 - o Festigkeiten
 - o Formen, Geometrie
- Der jeweils damit beschäftigte Dozent freut sich gewiss darauf, dies erklären zu dürfen.

Mit was rechnet ein Ingenieur?

- Mit Zahlen.

Was sind Zahlen? Woher kommen sie? Was ist ein Begriff?

So fragte einst ein Studierender

Er stellte die Frage: „Wieso ist $4 + 3 = 7$ bei Kant ein Urteil a priori?“

Dazu ein kurzes Nachdenken über Zahlen, wobei die Sache hier allgemein angegangen werden soll. Es geht dem Befragten hier nicht um die möglichen Nuancen, z.B. ob 7 ein durch $4 + 3$ definierter Name oder eine so definierte Zahl sei. Oder ob und wie $4 + 3 = 7$ als wahre Aussage oder richtige Gleichung erwiesen werden könne usw. Es geht hier nur darum, ob die gegebene Gleichheitsrelation a priori oder nur a posteriori, d.h. aus Naturbeobachtungen abgeleitet werden könne. Zuvor aber noch eine Bemerkung zu Grundlegenderem. Zuerst zu "a priori contra a posteriori" und zu „Begriffen contra Chiffren“. nach dem Gespräch erhielt der Fragende eine Zusammenfassung, nachstehend angepasst wiedergegeben:

„A priori“ contra „a posteriori“

Urteile a priori: Ohne Basis oder Verankerung in der Erfahrung gefällt, also Bedingungen der Erfahrung oder aus solchen abgeleitet. Gegensatz: Urteile a posteriori - Beispiele für jene: Alle analytischen Urteile.

Natürliche Zahlen und ihre Gesetze existieren a priori. Denn sie werden nicht durch Sinneserfahrung unmittelbar erworben, sondern aus dem kulturellen Umfeld, dem

Kulturschatz, erlernt. Der Weg zu den natürlichen Zahlen führt über eine kulturelle, begrifflich gestützte Evolution und nicht über unmittelbare Sinneswahrnehmung. Zwar merken auch schon Affen, dass drei Bananen mehr sind als zwei, doch hatten die Inuits keine Wörter für "hundert" oder mehr, da sie nie so viele Fische gefangen oder Leute gesehen haben. Dass die genannten Zahlen auch praktisch Sinn machen, zeigt der erfolgreiche Umgang mit der Sache anlässlich von Anwendungen: Man kann damit Dinge vorausberechnen, die nachher gewiss eintreffen, ohne Versuchssklaven verwenden zu müssen. Auf die Zahlen ist Verlass.

Natürliche Zahlen ordnet man in der Mathematik den geistigen Realitäten zu im Gegensatz zu den materiellen, über die Sinne wahrnehmbaren Realitäten. Zahlen sind nicht Dinge oder Zeug aus der materiellen Welt, sondern gedachte Form, Elemente übergeordneter Gruppierungsmöglichkeiten, welche nicht auf materielle Realitäten eingeschränkt werden können. Denn es können auch Typen von Unendlichkeiten gruppiert, geordnet oder gezählt werden. Existierendes also, welches gewiss keine Grundlage im immer nur endlichen Materiellen hat. Natürliche Zahlen kann man andererseits auch nicht physikalisch oder chemisch analysieren.

Im Sinne von Kant und Aristoteles existieren natürliche Zahlen a priori, denn sonst müssten sie a posteriori existieren und daher ableitbar sein von grundlegenden Dingen. Letzteres ist jedoch nicht evident. Im Sinne von Platon sind sie Beispiele von Elementen aus dem Reiche der Ideen, also Schwestern der geometrischen Dinge, welche auch nicht materiell sein können, jedoch im Geiste (vom Bewusstsein) wahrnehmbar und beschreibbar. Wahrnehmbare materielle Dinge, Äußeres, Objekte zusammengesetzt aus Atomen und Elementarteilchen - im Gegensatz zu Idealen, Eigenschaften - haben immer Ausdehnung und ist beschränkt groß, also begrenzt durch Enden. Ein Punkt der Vorstellung hat keine Ausdehnung, eine Gerade hat kein Ende: Sie sind nicht materiell. Das Sein solcher Ideen geht dem Dasein voraus.

Darauf stellte der Studierende die nachfolgenden weitere Fragen

Folgender Text stammt aus dem Mail des Studenten, wiedergegeben in angepasster Form: „Vielen Dank für die erhaltene Zusammenfassung! Noch zwei Fragen hätte ich, falls Sie mögen: Meinen Sie nun natürliche Zahlen sind a priori? Zählt das kulturelle Umfeld resp. der Kulturschatz nicht ebenfalls zur Sinneswelt, welche wir sinnlich erfahren um sie nachahmen zu können? Und wenn Sie schreiben Kant und Aristoteles Sicht der Zahlen a priori ist nicht evident - ist Platons Sicht der Zahlen als Beispiele von Elementen aus dem Reich der Ideen für Sie evident? Ideen haben ja immer auch eine materielle Form (aus Atomen und Elementarteilchen), nämlich jene in welcher wir sie in unserem Gehirn speichern - Wenn alle, die ein Wort resp. eine Idee kannten tot sind, dann gibt es dieses Wort / die Idee ja auch nicht mehr, oder?

„Begriffe“ contra „Chiffren“

Sprachlich wird das Phänomen Zahl in der Mathematik genau definiert, z.B. im Falle der natürlichen Zahlen durch ein Axiomensystem für Objekte einer Menge, deren Elemente man dann natürliche Zahlen nennt. Auf dieser Grundlage können weitere Operationen zwischen nun schon den nun schon definierten Objekten definiert

werden. Daraus leitet man mittels der Regeln der Logik Hilfssätze (Lemmata), Sätze oder Lehrsätze (Theoreme) und Folgerungen (Korollare) ab. Das Ganze macht dann eine Theorie aus.

Wichtig ist danach die Untersuchung der Widerspruchsfreiheit des Axiomensystems. Man will sicher sein, dass aus dem Axiomensystem nicht etwas bewiesen werden kann, zu dem auch das exakte Gegenteil als richtig erwiesen werden kann. Das wäre nicht gut für die Anwendungen. Denn wenn etwas wahr ist, kann nicht auch die Negation davon wahr sein. Das widerspricht der Vernunft, also dem Geist sowohl als auch den Beobachtungen an der Materie.

Dinge, welche hinreichend genau definiert werden können, so dass man sich in jedem Fall darüber einig werden kann, nennt man Begriffe. Zu verschiedenen Begriffen gehörige Begriffsfelder können sich die dabei auch überschneiden, so wie bei Mengen. Wichtig ist nur, dass die Zuordnung der Elemente klar geregelt ist. So kann z.B. ein Gebüsch auch schon ein Baum sein und umgekehrt. In einem solchen Fall hätte man es mit einem Element der Schnittmenge zu tun.

Dagegen gibt es auch Gegenstände des Denkens, welche man nicht genau als Begriffe fassen kann. Z.B. gehören viele Angelegenheiten der Psychologie in diesen Bereich. Man denke an die Liebe, Hoffnung, Weisheit, Vertrauen usw. Hier handelt es sich zweifellos um Realitäten, welche jedoch nicht eindeutig begrifflich gefasst werden können. Man kann oft nicht sagen, wie weit ein Gefühl noch Liebe ist, sofern man es mit einem Gefühl und nicht mit einer Hormonvergiftung zu tun hat. Wo ist die Grenze zur Gleichgültigkeit, wo jene zur teilweise Ablehnung, zur totalen Ablehnung oder gar zum Hass. Wie ist es mit der Liebe eines Hundes zum Nachbarn, zum Nachbarhund, zum Briefträger, zur Katze. Wie verhält es sich mit der doppelten Liebe, mit der halben Liebe oder mit der 3.4813526-fachen Liebe? Man sieht, dass bei solchen Verknüpfungen wie der letzten die Grenze zum Unsinn schon überschritten ist. Doch wo genau befindet sich diese Grenze?

Hier redet man nach Karl Jaspers nicht mehr von Begriffen, sondern von Chiffren, welche man nicht mehr genau definieren, sondern nur noch einkreisen kann. Die Grenzen der Beschreibung werden allzu dehnbar.

Sinnvolles, vernünftiges contra unsinniges, unvernünftiges Reden

Unsinnig wird eine Rede jetzt dann, wenn die Chiffren nach denselben Regeln verknüpft werden wie die Begriffe oder wenn Begriffe nach Regeln verknüpft werden, welche für andere Begriffe vielleicht gelten, im gegebenen Fall die Gültigkeit vor dem Gebrauch aber nie erwiesen wurde.

Beispiele: "Wir pflanzen heute zwei Bäume" ist eine sinnvolle Konstruktion mit sinnvollen Verknüpfungen. "Heute haben wir in unserem Betrieb 4.262 Mitarbeiter neu angestellt und arbeiten damit 3.593 mal schneller" ist eine Konstruktion mit unsinnigen Verknüpfungen. "Heute wurden in unserem Betrieb in der Kantine 4.262 Kühe verspiesen inklusive Verwertung der Reste" kann als eine richtige Konstruktion mit sinnvollen Verknüpfungen bewertet werden. Ob es sich hier auch um eine wahre Aussage handelt, hängt von der damit weiter noch verknüpften Realität ab. Jedoch ist die Konstruktion "Meine Großmutter hat ihre Achtung vor ihrem Großvater heute

um den Faktor 3.14159 gesteigert" so wohl gigantisch unsinnig. Achtung lässt sich nicht exakt messen und daher auch nicht mit Faktoren versehen. ja noch weiter: Achtung lässt sich auch nicht exakt einkreisen.

Ende der Kürze.

Rückfrage des Studierenden

Vielen Dank für Ihre interessante und ausführliche Antwort! Ich bin mir noch nicht ganz im klaren, inwieweit ich verstehe, dass eine Idee auch unabhängig von ihrer Form besteht und ich glaube ich werde wohl nie die von Ihnen empfohlene Sicherheit darüber finden, ob die Idee mit ihrem letzten Träger verschwindet. Aber Sie haben sicherlich Recht, dass sie nach dem Tod des letzten Trägers wieder entdeckt werden kann, ja dies u.U. sogar wahrscheinlich ist - und ob es sich dann um eine neue oder die gleiche Idee handelt, ist dann ja auch einerlei. Vielen Dank für die Denkanstöße.

Und danach die Antwort

Der Schlüssel zur Klärung deines Unbehagens könnte auch im Verständnis einiger grundlegender Begriffe liegen, auf die deine Fragen gebaut sind - und die vielleicht dann gar keine Begriffe, sondern eher Chiffren sind.

Da sind zuerst einmal die Fragen: "Was ist gleich? - Was ist wie gleich? - Wie gleich ist was?" Gleich kann sein gleich wie Punkte, gleich wie verschieden große Dreiecke, gleich wie zwei gleiche Eier, wie Zwillinge, wie zwei Kreise, wie zwei Menschen im Unterschied zu einem Affen usw. Gleich ist nicht immer gleich. Man unterscheidet gleich wie zwei Zahlen: $1 = 1$. Ungefähr gleich wie zwei Zahlen: 1.9999835 ist ungefähr 2.000. Gleich wie zwei Dreiecke: Gleichseitige Dreiecke mit der Seitenlänge 1, eines in der USA, das andere in CH. Gleich wie zwei gleichseitige Dreiecke, eines mit der Seitenlänge 1 m, das andere mit der Seitenlänge 1 Elle. Solche nennt man übrigens ähnlich, ähnlich gleich, diejenigen zuvor jedoch kongruent, und man sieht dazu auch gleich die Probleme. Nun kann etwas auch gleich sein im Wahrheitsgehalt, gleich im Gewicht jedoch verschieden in der Form usw. Man kann auch sagen, zwei Resultate seien identisch gleich, kurz identisch, das eine aber hergeleitet und gedacht in meinem Kopf, das andere in deinem. Man kann die Liste noch lange weiter führen, vor allem in der Mathematik. Es gibt somit viele verschiedene Arten von Gleichheit. Wie ist es nun aber bei Ideen. Wann wollen wir sagen, zwei Ideen seien gleich? Wie gleich, wenn es doch zwei sind und daher schon durch die Zählung verschieden. Und wo, worin, wann gleich, von wem wie kontrolliert? Hoppla, das wird aber spannend. Einer hat mal bemerkt, das sei doch jetzt ein Seich. Seich tönt wie gleich. Er hat gemeint, es sei mit gleich jetzt schwierig geworden. Man muss den Gegenstand also exakter fassen bevor man fragt, damit die Frage verstanden werden kann.

Eben ist mir dazu noch "in den Sinn" gekommen, dass eine wichtige Tatsache bisher unerwähnt geblieben ist. **Sie könnte weiter helfen:**

In der mathematischen Logik ist in den Jahren um 1932 ein enormer Durchbruch gelungen. U.a. konnte Kurt Gödel (aus Wien) beweisen, dass die Menge der

mathematisch wahren Sätze größer ist (unendlich viel größer) als die Menge der mathematisch beweisbaren Sätze. Es existieren also wahre Sätze, welche man nie beweisen können - in alle Ewigkeit nicht. Hier hat man die Grenzen des exakten Denkens entdeckt. Dies im selben Jahrhundert, in dem man auch die Grenzen des Universums, die Grenzen der Beobachtbarkeit oder die Grenzen des Wachstums oder der Vorräte der Erde gefunden hat. Der dem Menschen zugängliche Geist ist also vor einem noch beschreibbaren Hintergrund als beschränkt erkannt. Weiter ist die Menge der mathematisch beweisbaren Sätze unendlich viel größer als die Menge jener Sätze, welche man benötigt und je benötigen wird, um damit Modelle für die physikalische resp. die materielle Welt zu konstruieren. Das heißt, alles je wissenschaftlich beschreibbare Materielle und damit alle übliche, interpersonal verifizierbare sinnliche Erfahrung ist unendlich viel weniger als das was die Mathematik an Wahrheiten oder Ideen liefern kann. Die materielle Erfahrungswelt ist daher geradezu nichts vor dem Hintergrund der möglichen Ideen. Dazu gibt es mathematische Beweise für jene, welche sie verstehen können.

Nun ist aber damit vor allem eines nicht geklärt. Man weiß zwar, was das modellmäßig, also physikalisch-chemisch usw. beschreibbare Materielle ist. Damit hat man aber die Gesamtheit der weiter noch möglichen Aspekte der Materie und damit vor allem die Materie an sich nicht begriffen. Beschreibungen liefern immer nur Antworten auf die Grundfragen nach dem Wie und nur selten auch Antworten auf die Grundfragen nach dem Warum. Diese Gesamtheit des Seins hinter allem bleibt unüberschreitbar verborgen. Materie an sich ist daher eine Chiffre, unter der man sich noch vieles vorstellen kann oder können wird. Jede Diskussion darüber wird somit obsolet, denn wir sind hier und jetzt. Es könnte daher auch sein, dass das Geistige, die Ideen und das umgreifende Materielle auch Ausdruck einer dahinter verborgenen höheren Welt sind, die dem menschlichen Denken verschlossen bleiben muss, sonst wäre ja jede Forschung am Ende angekommen. Die Grenzen lassen sich hier nicht überschreiten. Auch aus Gründen der Komplexität (Gödel) nicht.

Wenn ich daher Ideen oder Bewusstsein von der Materie abgrenze, so meine ich die im Moment schon bekannte und via Sinne erfahrbare, nach den Regeln von Descartes in der experimentellen Erfassung beschreibbare Materie. Jene ist, wie man weiß, nichts gegen das was die Ideen potentiell liefern können.

Achtung: Zu einem Studium der mathematischen Logik braucht es Jahre des Lesens und des Ringens um Verständnis. Es ist kein philosophischer Wochenendausflug. Fachfremde müssen hier jenen vertrauen, welche die Grundlagen erarbeitet haben. Will man darin sicher sein, so muss man mehrere unabhängige Fachleute befragen. Ich habe die Reise durch die grundlegenden Schriften hinter mir. Diese haben gewiss mein Denken und damit mein Leben verändert und belegen, ja bewiesen mir, dass gewisse Ideen nicht transportabel sind, sondern nur in einem langen Studium erarbeitet werden können. Anderes lässt die Komplexität nicht zu. Daneben gilt: Über was man nicht reden kann muss man schweigen.

Wie rechnet ein Ingenieur?

Schnell.

Richtig.

Danach kontrolliert er seine Rechnungen - mehrmals - durch mehrere Personen.