

Leitfaden zum naturwissenschaftlichen Arbeiten

Ingenieurbüro für Wärme- und Stoffübertragung
Dipl.-Ing. (Univ.) Michael Klotsche
Weststraße 1
01809 Heidenau
mk@ib-klotsche.de

Heidenau, der 31.05.2019

Michael Klotsche

Vorwort

Ich beobachte in in meinem praktischen Alltag oft, dass versucht wird, Behauptungen und Meinungen unter dem Deckmantel der Naturwissenschaft eine höhere Bedeutung zu verleihen. Wenn Behauptungen eine besonders große Bedeutung bekommen sollen, wird betont, das führende Wissenschaftler aus führenden Forschungseinrichtungen die betreffende Behauptung bestätigen. Als ich vor einiger Zeit selbst mitbekommen habe, dass eine Gruppe von mehreren naturwissenschaftlich ausgebildeten Personen, teilweise mit Dokortitel, behauptet haben, dass jede Forschungsarbeit mit einer These beginnen muss, hat es mir die Sprache verschlagen und ich habe mich entschlossen, die wissenschaftliche Praxis, die sich anhand meiner Erfahrung am besten bewährt hat, aufzuschreiben.

Meiner Erfahrung nach hat das Experiment immer recht. Wenn eine Maschine nicht funktioniert, dann funktioniert sie nicht. Da hilft kein Philosophieren, kein Jammern, keine Titel, keine Experten, keine Autoritäten und keine Religion. Die Kiste läuft einfach nicht, solange nichts daran geändert wird.

Ich möchte mit in diesem Text, meine naturwissenschaftliche Praxis beschreiben, um offen zu legen, wie ich wissenschaftliche Arbeit bewerte. Ich zitierte hier keine Lexika oder Quellen, sondern schreibe die Dinge so, wie ich sie sehe. Man kann Naturwissenschaft so betrachten, wie ich das tue, muss man aber nicht.

Dieser Text soll jedem Menschen helfen, wissenschaftliche Ergebnisse zu bewerten, ohne dabei auf die Meinung irgendwelcher Experten und Autoritäten angewiesen zu sein. Dieser Text soll den Leser dazu ermutigen, die Aussagen anderer Menschen anhand von messbaren physikalischen Größen aus eigenen Experimenten und eigenen Beobachtungen zu bewerten.

Ich habe mich entschlossen, meine naturwissenschaftliche Arbeitsweise in Form von Fragen zu erläutern, damit der Text leichter lesbar ist und auch das Hinterfragen der einzelnen Ansichten erleichtert wird.

Grundlagen der Naturwissenschaftlichen Arbeit

Was ist Naturwissenschaft?

Ich habe mal einen schönen Spruch gehört, der die Frage nach der Naturwissenschaft auf den Punkt bringt: *“Naturwissenschaft ist die Summe aller möglichen Experimente.“*

Was ist ein Experiment?

Die Beantwortung dieser Frage führt zu der Aussage, wie ein wissenschaftliches Experiment aufgebaut sein muss und welche Anforderungen es erfüllen muss: Ein Experiment ist eine genau definierte, präparierte, reproduzierbare und dokumentierte Situation, bei der alle störenden Variablen ausgeschaltet oder kontrolliert werden und eine unabhängige Variable durch den Experimentator gezielt verändert wird. Ziel des Experiments ist die Beobachtung der Auswirkungen der Veränderung der unabhängigen Variable auf alle anderen abhängigen Variablen. Wenn ein Experiment nicht reproduzierbar ist, dann ist das mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Zeichen dafür, dass nicht alle störenden Variablen erkannt, ausgeschaltet oder kontrolliert wurden.

Was heißt Reproduzierbarkeit?

Reproduzierbar ist ein Experiment dann, wenn bei wiederholter Versuchsdurchführung mit dem gleichen, sowie mit unterschiedlichen Versuchsaufbauten an verschiedenen Orten zu verschiedenen Zeitpunkten die selben Zusammenhänge zwischen der unabhängigen Variablen und den abhängigen Variablen zu beobachten sind. Die Reproduzierbarkeit ist ein Maß dafür, dass keine Störgrößen das Experiment beeinflussen, die mit einem konkreten Versuchsaufbau oder einem konkreten Versuchsort zusammenhängen.

Was ist das Wesen eines Experiments?

Unser Verständnis der Wirklichkeit ist begrenzt. Gerade die Tatsache dieses begrenzten Verständnisses macht das Experiment für uns so wertvoll. Im Experiment beobachtet man immer das gesamte Universum. Gerade die Experimente mit einem unerwarteten Ergebnis sind besonders wertvoll, weil sie die Grenzen des Wissens erweitern.

Was bedeutet Messen?

Jede Maßeinheit ist das Ergebnis eines genau definiertes Experiments. Messen ist nichts weiter als der Vergleich einer beobachteten Größe mit dem Ergebnis des Experiments, das die Maßeinheit definiert. Selbst wenn wir die Natur nicht verstehen, können wir sie durch das Messen beschreiben. Das heißt auch, dass jeder physikalische Effekt, der in einem Experiment in Erscheinung tritt, messbar ist. Nur über die Durchführung von Messungen werden die Situation eines Experiments erfasst. Messungen sind die Grundlage der Entwicklung von theoretischen Modellen und müssen der Entwicklung von theoretischen Modellen stets vorausgehen. Die Wahl der Messverfahren muss dokumentiert werden, denn sie entscheidet mit über die Aussage der Experimente.

Was ist eine physikalische Größe?

Eine physikalische Größe ist das Produkt aus einer Zahl und einer Maßeinheit.

Was ist eine Theorie?

Eine Theorie ist ein Modell, mit dem versucht wird, die Beobachtungen in einem Experiment zu erklären. Es kann hierbei nur die Aussage getroffen werden, dass eine Theorie in einem konkreten

Experiment zutreffend oder nicht zutreffend war, mehr nicht. Theorien werden oft dazu genutzt, um Vorhersagen über den Ausgang von Experimenten zu machen. Im Grunde genommen handelt es sich hierbei nie um Vorhersagen sondern um Schätzungen. Die Schätzungen können zutreffend sein, wenn keine anderen Störgrößen auftreten, die durch die verwendete Theorie nicht beschrieben werden.

Was ist ein Fachbegriff?

Ein naturwissenschaftlicher Fachbegriff ist ein Wort, das ein konkretes, definiertes Experiment repräsentiert. Fachbegriffe sind die sprachlichen und gedanklichen Bausteine der Naturwissenschaft. So wie die Naturwissenschaft die Summe aller möglichen Experimente ist, ist naturwissenschaftliches Denken die Summe aller möglichen Fachbegriffe.

Was ist ein physikalisches Gesetz?

Ein physikalisches Gesetz ist eine Regel, die die Zusammenhänge der Veränderung von physikalischen Größen beschreibt. Einem physikalischen Gesetz liegen immer genau definierte physikalische Experimente zu Grunde. Das Wort "Gesetz" ist in diesem Zusammenhang sehr treffend, weil physikalische Gesetze genau so wie juristische Gesetze Festlegungen von Regeln durch deren Autor sind, mehr nicht. Bezüglich eines physikalischen Gesetzes kann stets nur die Aussage getroffen werden, ob es in einem Experiment zutreffend war oder nicht.

Was bedeutet Auslegung?

Bei der Auslegung eines Bauteils werden die Abmessungen und Eigenschaften eines Bauteils anhand physikalischer Gesetze bestimmt, so dass ein Bauteil die gewünschten Eigenschaften hat, wenn es gefertigt wurde. Auslegung bedeutet, eine reale Situation und die dort stattfindenden Ereignisse mit den Ergebnissen eines bekannten Experiments zu vergleichen, dass der realen Situation möglichst nahe kommt.

Was ist eine Beobachtung?

Eine Beobachtung ist die bewusst herbeigeführte Wahrnehmung und Dokumentation der Strukturen und Muster eines auftretenden Phänomens.

Was sind Signale, Daten, Informationen und Wissen?

In der Naturwissenschaft werden Daten aus der Wechselwirkung eines Messgeräts mit seiner Umgebung gewonnen. Innerhalb des Messgeräts ist eine experimentelle Situation realisiert, welche sich zur Definition der Maßeinheit der physikalischen Größe eignet, die gemessen werden soll. Das Messgerät erzeugt aus der Wechselwirkung mit seiner Umgebung Signale, die dann durch den Experimentator in Daten umgewandelt werden. Daten sind ein Abfolge aus Zeichen. Werden Daten in Bezug zu der gesamten experimentellen Situation gesetzt, die auch alle Messgeräte, den Versuchsaufbau, den Experimentator und die Umgebung des Experiments beinhalten, entstehen aus Daten Informationen. Werden die betreffenden Informationen, zum Beispiel durch Verweise auf andere wissenschaftliche Arbeiten, in Bezug zu anderen Informationen gesetzt, so entsteht aus Informationen Wissen.

Was ist ein komplexes System?

Komplexe Systeme sind Systeme, die aus miteinander wechselwirkenden Systemen bestehen. Sie zeichnen sich im Allgemeinen dadurch aus, dass sie spontane Phänomene hervorbringen können und mehrere stabile Zustände besitzen. Das Verhalten von komplexen Systemen ist nicht

vorhersagbar. Die auftretenden Zustandsmuster der Phänomene, die ein komplexes System hervorbringt, sind für das betreffende komplexe System oft Charakteristisch, vergleichbar mit einem Fingerabdruck. Bei der Durchführung von Experimenten ist zu klären, ob im Experiment ein komplexes System vorliegt oder nicht.

Was ist eine Maschine?

Eine Maschine ist eine Zusammenstellung von Experimenten, deren Variablen miteinander gekoppelt sind. Die Verwendung eines Bauteils einer Maschine ist stets die Wiederholung eines bekannten Experiments. Die gesamte Technik besteht aus nichts weiter als aus der Wiederholung von bekannten Experimenten. In jeder Maschine wird stets eine genau definierte, präparierte, und reproduzierbare Situation geschaffen, bei der alle störenden Variablen ausgeschaltet oder kontrolliert werden und die unabhängigen und abhängigen Variablen der einzelnen Bauteile miteinander verbunden sind.

Wie kann eine unbekannte Situation wissenschaftlich erfasst werden?

Situationen werden in der Naturwissenschaft mit Hilfe der Durchführung von Messungen erfasst. Da der Experimentator angesichts einer unbekanntes Situation nicht weiß, wie die Dinge miteinander zusammenwirken, kann in folgenden Schritten vorgangangen werden:

1. Messung der Gegebenheiten wie Massen der Gegenstände, Positionen, Temperaturen, Luftfeuchte, Strahlungsstärke, elektromagnetische Felder, Drehimpulsmomente, Partikelgrößen, u.s.w. Hier sind der Kreativität keine Grenzen gesetzt. In diesem Schritt werden die Grundlagen dafür geschaffen, dass weitere Experimente ausgewertet werden können.
2. Durchführung von Experimenten. Hier werden Experimente durchgeführt, in denen die Situation gezielt beeinflusst wird, um eventuell vorliegende systematische Zusammenhänge zwischen den einzelnen Dingen der Situation zu erkennen.

Ein Professor hat mir bei der Vorbereitung meiner Dissertation etwas gesagt, das ich nie vergessen werde: "Machen Sie Messungen! Von Anfang an mit theoretischen Modellen zu arbeiten ist Alchemie."

Hilft die Naturwissenschaft dabei, die Dinge zu verstehen?

Nein. Wissenschaftliche Arbeit mit dem Ziel, die Dinge zu verstehen, das heißt die Dinge intellektuell zu erfassen, macht keinen Sinn, da niemand sagen kann, ab welchem Zeitpunkt ein Objekt intellektuell erfasst wurde. Das einzige, was sich erfassen lässt ist die Summe der bekannten Sachverhalte bezüglich eines durchgeführten Experiments. Deshalb ist es meiner Ansicht nach wichtig, Naturwissenschaftliche Effekte und die dazugehörigen Experimente mit ihren Gesetzmäßigkeiten zu erfassen und zu dokumentieren. Es ist sinnvoller, das naturwissenschaftliche Wissen anhand der beobachteten Effekte zu strukturieren, als die Naturwissenschaft auf ein in sich schlüssiges Theoriegebäude aufzubauen.

Sind akademische Grade für wissenschaftliches Arbeiten notwendig?

Nein. Akademische Grade sind lediglich eine offizielle Bescheinigung dafür, dass das ein Wissenschaftler in der Lage ist, sich der Lehrmeinung einer Hochschule, sowie den Launen von Professoren unterzuordnen. Da die Lehrmeinung der meisten Hochschulen dafür geeignet ist, naturwissenschaftliche Zusammenhänge in der Praxis erfolgreich anzuwenden, ist ein akademischer Grad meist eine Art Qualitätsgarantie. Akademische Grade sind aber in Zeiten des Internets nicht mehr notwendig, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. Der betreffende Wissenschaftler publiziert die Kriterien und Grundsätze seiner wissenschaftlichen Arbeit und hält sich daran.
2. Der betreffende Wissenschaftler publiziert wissenschaftliche Arbeiten, so dass jeder die Experimente reproduzieren kann. So kann sich jeder einen Überblick über die Fähigkeiten des publizierenden Wissenschaftlers verschaffen.

Ist das Studium in einer Hochschule notwendig?

Das Studium in einer Hochschule ist nicht notwendig, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. Einem Studenten steht eine umfangreiche und aktuelle Bibliothek mit experimentell untermauertem Wissen zu Verfügung, so dass er sich in den Stand der Technik einarbeiten kann.
2. Der Student hat die Möglichkeit, eigene Projekte zu bearbeiten und Experimente durchzuführen.
3. Der Student steht in intensivem Kontakt mit Fachleuten, die mit ihrer wissenschaftlichen Arbeit ihren Lebensunterhalt verdienen und die ihm als Mentoren zu Verfügung stehen.
4. Der Student hat die Möglichkeit, in Projekten mitzuarbeiten, die ihre Projektteilnehmer ernähren.

Wie kann die Qualität naturwissenschaftlicher Arbeit bestimmt werden?

Für die Qualität einer naturwissenschaftlichen Arbeit ist allein entscheidend, ob der Leser der Dokumentation der naturwissenschaftlichen Arbeit alle nötigen Informationen findet, um die Experimente zu reproduzieren und die eigenen Experimente mit den in der Dokumentation beschriebenen Experimenten zu vergleichen. Alle anderen Dinge wie Anerkennung durch anerkannte Forschungsinstitute, die Häufigkeit des Zitiert werdens, die Form der Dokumentation oder die Titel der Wissenschaftler sind dabei ohne Bedeutung.

Welche Bedeutung haben Zeitstempel und Ort für das Experiment?

Zeitstempel und Ort sind ein Unikat und verleihen dem durchgeführten Experiment und der dazugehörigen Dokumentation seine Einzigartigkeit. So kann jedes Experiment und jede durchgeführte Beobachtung eindeutig benannt werden. Zeitstempel und Ort helfen dabei, Ordnung in die Wissenschaftlichen Dokumentationen zu bringen.

Was ist eine Urliste ?

Die Urliste beinhaltet die Daten eines Experiments, die direkt aus den Signalen des Messgeräts gewonnen werden. Die Urliste ist die Grundlage jeder Versuchsauswertung und darf nicht verändert werden.

Was ist ein Versuchsprotokoll ?

Entsprechend zur Urliste, enthält das Versuchsprotokoll die direkten Aufzeichnungen des Experimentators während der Durchführung seines Experiments, sowie die Zuordnung der einzelnen Versuche, zur Versuchsreihe und zur Untersuchung.

Was ist eine Messung?

Eine naturwissenschaftliche Messung umfasst den Prozess der Gewinnung von Daten, aus den Signalen des verwendeten Messgerätes.

Was ist ein Versuch?

Ein naturwissenschaftlicher Versuch umfasst die Summe aller Messungen für eine bestimmte Variante des Versuchsaufbaus.

Was ist eine Versuchsreihe ?

Eine Versuchsreihe umfasst die Summe aller Versuche mit unterschiedlichen Varianten des Versuchsaufbaus.

Was ist eine Untersuchung ?

Eine naturwissenschaftliche Untersuchung umfasst die Summe aller Versuchsreihen bezüglich eines Themas.

Was ist eine Variablenliste?

Eine Variablenliste ist eine Liste alle bekannten Variablen eines Experiments und deren Eigenschaften:

1. Variable
2. Formelzeichen
3. SI-Einheit
4. Eigenschaft wie z.B. Störgröße, Kontrollierte Variable, freie Variable, Abhängige Variable
5. Technische Maßnahme zur Ausschaltung der Störgröße oder zur Kontrolle der Variable.

Eine Variablenliste soll helfen, dass keine Variablen übersehen werden.

Was bedeutet Informationsmanagement?

Die gesamte naturwissenschaftliche Arbeit steht und fällt mit der strukturierung der Datenerfassung und Versuchsauswertung. Die Struktur der Informationen muss vor Beginn der Experimente festgelegt werden, denn in der Hektik des Alltags ist eine gründliche Datenerfassung, bei der keine Daten vergessen werden, ohnehin schwer genug. Sämtliche Daten müssen, genau wie die Experimente in folgende Ebenen strukturiert werden:

1. Untersuchung
2. Versuchsreihe
3. Versuch
4. Messung

Was ist naturwissenschaftliche Ethik ?

Die Verbrechen, die in Deutschland zur Zeit des Nationalsozialismus in den Konzentrationslagern im Namen der Naturwissenschaft begangen wurden, aber auch die vielen anderen Verbrechen, die im Namen der Naturwissenschaft begangen werden wie z.B. Zwangssterilisation, Eugenikprogramme, Tests von Medikamenten an Menschen unter Gewaltanwendung und die Nutzung der Kernenergie zeigen, dass naturwissenschaftliche Ethik notwendig ist. Aus meiner Erfahrung, lässt sich in Anbetracht der Vielschichtigkeit des Verbrechens die naturwissenschaftliche Ethik auf eine wichtige Aussage reduzieren:

Naturwissenschaftliche Arbeit darf niemals unter der Anwendung von Gewalt geschehen. Ein Naturwissenschaftler muss Gewalt in jedem Fall konsequent ablehnen. Dabei umfasst Gewalt nicht nur körperliche Gewalt sondern auch Gewalt durch Einschüchterung, das Ausnutzen von Notlagen, Lügen und Manipulation oder das Beauftragen von Gewalttätern.

Gibt es Gott?

Zur Beantwortung dieser Frage kann es hilfreich sein, sich mit der Mandelbrot-Zahlenmenge zu beschäftigen, die durch die simple Gleichung $z_{n+1} = z_n^2 + c$ definiert wird. Danach kann sich jeder diese Frage noch mal stellen und versuchen, diese zu beantworten.

Naturwissenschaftliche Praxis

Was ist eine Versuchsauswertung?

Die Versuchsauswertung erfüllt folgende Aufgaben:

- Die Dokumentation des Experiments
- Die Dokumentation der gewählten Messverfahren und ihrer theoretischen Hintergründe
- Die Liste der durch die Messverfahren kontrollierten und beobachteten Variablen.
- Die Darstellung der Messergebnisse, graphisch, in Tabellenform oder in Textform. Die Darstellung sollte die praktische Anwendung der Messergebnisse erleichtern.
- Eventuell die Darstellung der Messergebnisse mit dimensionslosen Kennzahlen.
- Der Vergleich der Messergebnisse mit theoretischen Maximalwerten und Grenzen.
- Die Prüfung, ob bekannte wissenschaftliche Theorien im Experiment zutreffen.
- Die Formulierung erkennbarer Gesetzmäßigkeiten im Verhalten von Variablen.
- Eventuelle Schlussfolgerungen für die praktische Bedeutung der Messergebnisse.
- Die Betrachtung der Messfehler mit Hilfe einer Fehlerrechnung.
- Beschreibung der Störgrößen, die im Versuch nicht ausgeschaltet oder kontrolliert werden konnten.
- Bereitstellung von Verweisen auf andere wissenschaftliche Arbeiten, die der Auswertung der Messergebnisse zu Grunde liegen.

Möglicher Aufbau einer wissenschaftlichen Arbeit

Die Gliederung einer wissenschaftlichen Arbeit wie z.B. einer Dissertation kann folgendermaßen aussehen:

- Deckblatt
 - Thema
 - Autor
 - Hochschule / Institut / Firma
 - Ort, Datum
- Verzeichnisse
 - Inhaltsverzeichnis
 - Formelzeichenverzeichnis
 - Tabellenverzeichnis
 - Bilderverzeichnis
- Einleitung
 - Anlass der Arbeit
 - Kurze Beschreibung des Themas

- Kurze Erwähnung der Ergebnisse, so dass der Leser weiß, was er in der Arbeit finden kann.
- Allgemeiner theoretischer Teil
 - Stand der Wissenschaft
 - Allgemeiner theoretischer Hintergrund der Arbeit
- Experimenteller Teil
 - Beschreibung der gesamten Struktur aus Untersuchungen, Versuchsreihen, Versuchen und Messungen
 - Untersuchung 1
 - Theoretische Grundlagen zur Untersuchung
 - Beschreibung des Versuchsaufbaus
 - Beschreibung der Messverfahren
 - Variablenliste
 - Versuchsreihe1
 - Beschreibung der Variante des Versuchsaufbaus
 - Durchführung
 - Ergebnisse
 - Darstellung der Ergebnisse
 - Fehlerrechnung
 - Diskussion: Störende Variablen, Praktische Gründe für die Abweichung vom idealen Experiment, Zutreffende und nicht zutreffende Theorien, theoretische Maximal- und Minimalwerte ...

- Versuchsreihe2
 - Beschreibung der Variante des Versuchsaufbaus
 - Durchführung
 - Ergebnisse
 - Darstellung der Ergebnisse
 - Fehlerrechnung
 - Diskussion: Störende Variablen, Praktische Gründe für die Abweichung vom idealen Experiment, Zutreffende und nicht zutreffende Theorien, theoretische Maximal- und Minimalwerte ...
- Zusammenfassung der Ergebnisse
- Anhang
 - Rohdaten
 - Stoffwerte
 - Diagramme
 - Bilder
 - Tabellen
 - Stücklisten
 - Zeichnungen
 - Richtlinien
 - alles andere
 - Literaturverzeichnis

Experimentelle Praxis in vielen Unternehmen

Viele Unternehmen stürzen sich im Blindflug in Vorhaben, ohne jemals ihre Vorhaben auf eine wissenschaftlich experimentelle Basis gestellt zu haben. Wie oft habe ich den Satz schon gehört „Das was wir vorhaben, kann man sowieso nicht berechnen. Wir müssen das einfach ausprobieren.“ So werden in vielen Unternehmen Experimente sträflich vernachlässigt. Entweder werden Experimente einfach nicht durchgeführt oder wenn sie durchgeführt werden, werden vermeintlich aus Zeitmangel die Störfaktoren in Experimenten nicht gesucht, nicht erkannt, nicht ausgeschaltet und nicht kontrolliert. Die Versuchsaapparaturen werden nicht dokumentiert. Die Messgeräte werden schlecht behandelt, nicht gewartet, nicht regelmäßig geeicht. Experimente werden oft einfach so nebenbei im stressigen Alltag halbherzig ausgeführt.

Notizbuch bzw. Laborbuch

Ein wesentliches Werkzeug für die wissenschaftliche Arbeit ist das Führen eines Notizbuches in gebundener Form durch den Wissenschaftler. In dieses Notizbuch werden alle Beobachtungen, Berechnungen, Aufgaben, Fragestellungen, Skizzen und auch Messwerte zu den Beobachtungen geschrieben. Aufgaben, die noch zu erledigen sind, werden mit einem roten Kreis umrandet. Aufgaben die erledigt sind, bekommen einen roten Haken. Das Notizbuch ist der Informationsspeicher, der Hilft, Ordnung in das Chaos zu bringen. Es ist auch ein Dokument, das hilft, die vielen Experimente, Beobachtungen und Ereignisse einander zuzuordnen, oder Ursachen von Fehlschlägen zu klären.

Wichtigkeit von wissenschaftlichen Berichten – Wer schreibt, der bleibt.”

Es gibt Unternehmen, die halten ausführliche wissenschaftliche Berichte für eine Verschwendung von Zeit und Geld. Anhand meiner praktischen Erfahrung sind wissenschaftliche Berichte aber eines der wesentlichen Mittel der wissenschaftlichen Arbeit. Keine wissenschaftlichen Berichte zu verfassen ist vergleichbar mit der Erkundung eines fremden Gebietes ohne Landkarte und Kompass. Das was man beim Verfassen wissenschaftlicher Berichte spart, bezahlt man später teuer in der Produktion.

Wissenschaftliche Berichte ...

- ... dokumentieren Experimente.
- ... dokumentieren Rechercheergebnisse.
- ... verschaffen einen Überblick.
- ... machen den Stand der Technik sichtbar.
- ... sind Nachschlagewerke.
- ... filtern Informationen und schützen vor einer Überflutung mit Informationen.
- ... helfen bei der Konzentration auf das Wesentliche.
- ... helfen Kollegen beim Einstieg in das Thema.
- ... sind ein Kommunikationsmittel zwischen Projektpartnern.
- ... sind eine Ressource an Wissen und bares Geld wert.
- ... helfen bei der Einschätzung der Handlungsmöglichkeiten.
- ... dokumentierten auch das, was nicht funktioniert hat.
- ... helfen bei der praktischen Anwendung des Wissens.
- ... verknüpfen das dokumentierte Wissen durch Quellenverweise mit anderen wissenschaftlichen Arbeiten.

Die Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse ist im Allgemeinen mit einem sehr hohen Aufwand verbunden. Deshalb ist es wichtig, Experimente immer sauber durchzuführen und zu dokumentieren, um nicht kostbare Ergebnisse zu verschwenden. Des weiteren ist es wichtig, wissenschaftliche Erkenntnisse sowie deren Dokumentationen mit anderen Menschen zu teilen, damit gesamtgesellschaftlich gesehen der Aufwand des Erkenntnisgewinns nicht vielfach aufgebracht werden muss. Viele Wissenschaftler arbeiten unzählige unbezahlte Stunden an ihren Experimenten. Aus diesem Grund sollten Wissenschaftler unter keinen Umständen Knebelverträge unterschreiben, die ihnen die weitere Nutzung ihrer Wissenschaftlichen Ergebnisse verbieten. Ein Knebelvertrag, der dem Wissenschaftler die Nutzung seiner Ergebnisse verbietet, führt langfristig zur Abhängigkeit und zur Verarmung des betreffenden Wissenschaftlers, weil ihm dadurch das einzige Kapital genommen wird, das er hat.

Vorteile einer wissenschaftlich experimentellen Basis im Alltag

Das, was wir wirklich wissen, ist letztendlich nur das, was wir im Experiment beobachten und reproduzieren können. Erst durch Wissen und Erkenntnis sind wir in der Lage, mit komplexen Sachverhalten zurechtzukommen, ohne zu viele Erfahrungen in Form von Rückschlägen teuer bezahlen zu müssen.

Mythen über Naturwissenschaft

Messungen sind objektiv

Die Fragestellung, ob Messungen objektiv und wertneutral sind macht aus Naturwissenschaftlicher Sicht keinen Sinn. Messungen sind lediglich eine Methode, Naturphänomene zu beschreiben und Begriffe für Naturphänomene mit Hilfe von Experimenten zu definieren. Messergebnisse zu interpretieren bedeutet lediglich, sie mit den Daten bereits bekannter Experimente zu vergleichen.

Es gibt Naturphänomene, die nicht messbar sind

Jedes Naturphänomen, das unter definierten Bedingungen in Erscheinung tritt, kann selbst als Maßeinheit verwendet werden. Somit ist es auch messbar. Lassen sich keine definierten Bedingungen finden, unter denen das Phänomen reproduzierbar in Erscheinung tritt, liegt häufig ein gleichzeitiges Auftreten vieler Naturphänomene vor, das die Untersuchung eines einzelnen Naturphänomens erschwert und auf den Beobachter verwirrend wirken kann.

Es gibt Spitzenforschung und Experten, deren Aussagen besonderes Gewicht haben.

Das einzige, wonach man Forschung bewerten kann ist die Qualität der Experimente und die Qualität der öffentlich zugänglichen Dokumentationen der Experimente. Experimente sind das einzige, was wirklich verlässlich ist, auch wenn die Theorien aus den Experimenten lediglich Aussagen über ein konkretes Experiment machen können. Das Wort "Spitzenforschung" ist eher als politischer Begriff zu sehen, der nichts über die durchgeführten wissenschaftlichen Experimente aussagt. Der Begriff "Spitzenforschung" sollte deshalb stets hinterfragt werden und anhand der durchgeführten Experimente bewertet werden.

Die Ergebnisse der Experimente, die mit einfachsten Mitteln durchgeführt wurden, die nicht dem neusten Stand der Technik entsprechen sind nutzlos.

Die Verwendung eines Versuchsaufbaus von hoher Qualität ermöglicht eine bessere Reproduzierbarkeit eines Experiments, mehr nicht. Ob ein Experiment nutzlos ist hängt davon ab, welche Schätzungen mit den im Experiment beobachteten Zusammenhängen durchgeführt werden sollen. Wichtig ist vor allem, ob das Experiment der Situation ähnlich ist, die geschätzt werden soll. Wenn keine Ähnlichkeit zwischen dem Experiment und der geschätzten Situation besteht, hilft selbst der beste und teuerste Versuchsaufbau nichts. Die Aussage, ob eine Ähnlichkeit zwischen dem Experiment und der geschätzten Situation vorliegt kann erst getroffen werden, wenn für beide Situationen Messwerte vorliegen.

Experimente sollten am besten von den führenden Forschungsinstituten mit Versuchsgeräten von bester Qualität durchgeführt werden. Die Experimente selbst durchzuführen ist Zeitverschwendung.

Die Durchführung von Experimenten ist die Quelle des Wissens und eine Lebensgrundlage. Sich allein auf führende Forschungsinstitute zu verlassen bedeutet, eine neue Priesterkaste einzurichten, die einem sagt, wie die Welt funktioniert. Selbst durchgeführte Experimente liefern Informationen über die Gesetzmäßigkeiten des Experiments und zusätzlich noch Erfahrungen bezüglich Materialbeschaffung, Fertigung und der störenden Einflüsse der Umgebung der experimentellen Situation.

Die erneute Durchführung eines Experiments, das bereits einmal durchgeführt und dokumentiert wurde, ist Zeitverschwendung.

Die Durchführung eines Experiments bringt zusätzlich zu den Messergebnissen, noch Erfahrungswerte aus dem Versuchsaufbau, der Versuchsdurchführung und dem Versuchsabbau der Versuchssituation. Das heißt, dass durch das Experiment Erfahrungen darüber vorliegen, was bei der Materialbeschaffung oder bei der Entsorgung zu beachten ist und wie sich der Versuch auf die Umgebung des Labors ausgewirkt hat. Das Experiment ist definitionsgemäß für jedermann reproduzierbar, die Versuchsumgebung hingegen ist immer einzigartig.

Naturwissenschaft erfasst immer nur kleine Teile der Wirklichkeit, aber niemals die ganze Wirklichkeit auf einmal.

Im Experiment werden kontrollierte Bedingungen geschaffen und dadurch alle störenden Variablen einer Situation kontrolliert oder ausgeschaltet. Das bedeutet aber nicht, dass die Situation des Experiments vom Rest des Universums getrennt wurde. Im Experiment wird auch bei kontrollierten Bedingungen stets das gesamte Universum betrachtet.

Naturgesetze, die auf Experimenten beruhen, haben absolute Gültigkeit.

Ein Naturgesetz hat per Definition niemals den Anspruch, in jedem Fall zutreffend zu sein. Es gilt immer nur für die Messwerte eines konkret durchgeführten Experiments, das es beschreibt. Naturgesetze eignen sich aber oft dazu, Schätzungen über die weitere Entwicklung von Ausgangssituationen durchzuführen.

Deduktion: Durch Theorien, die in einem konkreten Experiment gewonnen wurden, ist man in der Lage, Vorhersagen bezüglich ähnlicher Situationen zu machen.

Werden aus einer Theorie Vorhersagen abgeleitet, so handelt es sich bei diesen Vorhersagen genau genommen immer um Schätzungen. Die Schätzungen können nach Stattfinden eines Ereignisses als zutreffend erweisen, oder auch nicht. Wie stark einer Schätzung anhand einer Theorie vertraut wird, ist immer eine Sache der persönlichen Bewertung desjenigen, der der Schätzung das Vertrauen schenkt. Sind die Vorhersagen einer Theorie erfahrungsgemäß in sehr vielen Fällen zutreffend, steigt im Allgemeinen das Vertrauen in die Schätzungen.

Naturwissenschaft hat die Aufgabe, Erklärungen für Phänomene zu finden

Sobald Naturwissenschaft Erklärungen für Phänomene formuliert, formuliert sie Glaubenssätze. Das einzige, was Naturwissenschaft kann ist, Beobachtungen und Messergebnisse aus Experimenten miteinander in Verbindung zu bringen und Gesetzmäßigkeiten für die Messergebnisse konkreter Experimente zu formulieren.

Naturwissenschaft ist keine Religion

Sobald eine Naturwissenschaft versucht, Phänomene, die in Experimenten auftreten zu erklären, wird sie zum Glauben. Wenn eine Naturwissenschaft sich dann darauf beschränkt, die Erklärungen von Phänomenen zu rezitieren, wird sie zur Religion.

Die Naturwissenschaften ermöglichen es, Vorgänge, die in Experimenten und außerhalb experimenteller Situationen stattfinden zu verstehen.

Die vollständige intellektuelle Erfassung eines physikalischen Vorgangs an sich macht meiner Ansicht nach keinen Sinn, weil niemand wissen kann, ob und wann ein physikalischer Vorgang vollständig intellektuell erfasst wurde. Das einzige, was wir über einen physikalischen Vorgang wissen ist die Summe der physikalischen Gesetzmäßigkeiten aller uns bekannten Experimente, die in einem konkreten Fall zutreffend waren oder nicht zutreffend waren.

Das Aufnehmen möglichst vieler Messwerte mit möglichst vielen Sensoren erhöht die Aussagekraft eines Experiments.

Das Aufnehmen möglichst vieler Messwerte verleitet meiner Erfahrung nach oft dazu, dass störende Variablen in Experimenten nicht ausgeschaltet werden. Unbekannte störende Variablen aus den Messwerten rechnerisch herauszufiltern ist nicht möglich, wenn man die Gesetzmäßigkeiten, die im Experiment zutreffen, nicht kennt. Eine stark begrenzte Zahl an Sensoren zwingt den Experimentator hingegen, Störfaktoren konsequent auszuschalten und führt so oft zu aussagekräftigeren Experimenten.

Eine wissenschaftliche Arbeit wird dann erst glaubwürdig, wenn sie von mehreren Wissenschaftlern offiziell im Peer-Review begutachtet worden ist.

Die Überprüfung einer wissenschaftlichen Arbeit durch einen Kollegen hilft dem Autor der wissenschaftlichen Arbeit, Mängel zu beheben. Die Begutachtung einer wissenschaftlichen Arbeit durch offizielle Institutionen (Peer-Review) gibt Hinweise darüber, ob eine wissenschaftliche Arbeit mit der Lehrmeinung der jeweiligen Institution übereinstimmt oder nicht. Über die Glaubwürdigkeit der wissenschaftlichen Arbeit sagt das Peer-Review nichts aus. Glaubwürdig wird eine wissenschaftliche Arbeit für den Leser dann, wenn die in ihr beschriebenen Experimente durch den Leser selbst reproduzierbar sind. Ein weiteres Qualitätskriterium für eine wissenschaftliche Arbeit ist, wenn diese in der Praxis oft als Nachschlagewerk benutzt wird und wenn nötig nachgebessert wird.

Nur Wissenschaftliche Arbeiten, die von Verlagen publiziert wurden, sind als Quelle zitierfähig.

Quellen haben den Zweck, den Zugang zu den Dokumentationen der Experimente zu Verfügung zu stellen, auf denen die theoretischen Grundlagen einer Wissenschaftlichen Arbeit aufbauen. Im Idealfall, muss es möglich sein, persönlich den Autor der Quelle zu besuchen und den Versuchsaufbau selbst zu besichtigen. Deshalb reicht es aus, wenn eine Quelle Angaben zum Namen und der Adresse des Autors, sowie das Datum der Entstehung enthält, so dass sie eindeutig benannt werden kann. Des weiteren ist es wichtig, dass ein Ort angegeben ist, an dem die Quelle gefunden und eingesehen werden kann. Wo die Quelle publiziert wurde, ist völlig gleichgültig, Hauptsache sie ist öffentlich zugänglich.

Forschung muss zielgerichtet sein, so dass die gewünschten Forschungsergebnisse direkt in die Produktentwicklung einfließen können. Forschung ist per Definition ergebnisoffen. Zwar sollte das Experiment auf die Beantwortung der Fragestellung ausgerichtet sein. Erwartungen bezüglich der Ergebnisse sind hier aber fehl am Platz, da ansonsten der Experimentator dazu genötigt werden könnte, das Experiment so zu beeinflussen, dass die gewünschten Ergebnisse herauskommen. Eine hilfreiche Strategie im Umgang mit den Ergebnissen von Experimenten besteht darin, die Ergebnisse ohne zu zögern konsequent in der Praxis anzuwenden und zu nutzen, anstatt die Augen davor zu verschließen.

Termindruck beflügelt die naturwissenschaftliche Arbeit und verhindert, dass Wissenschaftler faulenzten.

Viele Entdeckungen werden durch Zufall gemacht, weil unerwartete Effekte in Experimenten nicht aufgrund von Zeitdruck übersehen oder bei der Auswertung von Messergebnissen statistisch weggerechnet werden. Aus diesem Grund muss bei naturwissenschaftlicher Forschung stets ein genügend großer Zeitpuffer zu Verfügung stehen um bei Bedarf unbeantworteten Fragen nachgehen zu können. Neue Effekte bedeuten stets neue Möglichkeiten.

Wissenschaftliche Arbeiten, die nicht den gängigen Qualitätskriterien entsprechen, sind wertlos und können getrost ignoriert werden.

Jede wissenschaftliche Arbeit, deren Experimente und Beobachtungen durch den Leser selbst reproduziert werden können, ist es wert, berücksichtigt zu werden. Das heißt, dass für jede wissenschaftliche Arbeit die Urliste und die Dokumentation der Beobachtung bzw. der Situation des Experiments zugänglich sein muss. Statistik ist stets ein Versuch, komplexe Zusammenhänge zu reduzieren und in eine oder wenige Aussagen zusammenzufassen. Dabei besteht stets die Gefahr, dass im Experiment aufgetretene Effekte übersehen und herausgerechnet werden. Es gilt weiterhin das, was der Volksmund sagt: "Traue niemals einer Statistik, die du nicht selbst gefälscht hast." Statistik kann man machen, muss man aber nicht. Je weniger Statistik notwendig für die Reproduzierbarkeit eines Ergebnisses ist, desto glaubwürdiger ist das Ergebnis. Um den Umgang mit oft sehr umfangreichen Urlisten zu erleichtern, können Urlisten mit den Methoden der beschreibenden Statistik übersichtlich dargestellt werden. Mit den Methoden der explorativen Statistik können Muster in Daten sichtbar gemacht werden, da diese die Komplexität der Urliste nicht reduzieren. Die Ergebnisse sind hierbei stets in Zusammenhang mit der Urliste und der Dokumentation der Situation des Experiments oder der Beobachtung zu betrachten.

Jede naturwissenschaftliche Arbeit beginnt mit einer These.

Die naturwissenschaftliche Arbeit mit einer These beginnen zu lassen birgt die Gefahr, dass der Experimentator seine Experimente so gestaltet, dass die These widerlegt oder bestätigt wird. Dadurch wird der Prozess des Erkenntnisgewinns beeinflusst und der Denkhorizont eingeschränkt. Es ist besser, eine naturwissenschaftliche Arbeit mit einem Thema zu beginnen, das ergebnisoffen formuliert wird.

Beispiel für ein neutral formuliertes Thema: Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Benzol und Materialien für Autoreifen.

Beispiel für eine These: Benzol verändert das Material für Autoreifen.

Unabhängige Forschung

Der folgende Abschnitt beruht ebenfalls auf meinen persönlichen Erfahrungen, die mir leider nicht erspart geblieben sind. Ich möchte hier eine wesentliche Ursache beschreiben, die dafür sorgt, dass wirklich unabhängige naturwissenschaftliche Forschung nur selten anzutreffen ist. Die wesentliche Ursache besteht darin, dass Naturwissenschaftler meist wirtschaftlich abhängig sind und sich deshalb nach den Wünschen ihrer Geldgeber richten müssen. Da Geld in unserer Gesellschaft das wichtigste Mittel ist, um Lebensgrundlagen nutzen zu dürfen, muss auch dieses Thema im Leitfaden für naturwissenschaftliches Arbeiten behandelt werden. Der Zugang zu Lebensgrundlagen hat auch stets mit Macht zu tun, was die magische Anziehungskraft von Geld verstärkt. Deshalb muss auch das Thema der Machtausübung hier behandelt werden.

Warum Techniker und Kaufleute nicht zusammenarbeiten können

Folgende Aussagen beruhen auf meinen persönlichen Erfahrungen, die ich über mehrere Jahre machen konnte.

Kaufleute denken meist in der Welt der Vereinbarungen und Zusagen. Für einen Kaufmann ist es wichtig zu wissen, wer verlässlich und termingerecht eine bestimmte Ware oder Dienstleistung zu einem vereinbarten Preis liefern kann. Ein Kaufmann ist abhängig davon, Lieferungen fristgerecht zu erhalten, damit er seine eigenen Zusagen einhalten kann. Verlässlichkeit ist die Basis für Geschäftsbeziehungen. Ob eine Zusage erfüllbar ist oder nicht und mit welchen Mitteln diese erfüllt wird, ist dabei erst einmal unwichtig. Anerkennung bekommt ein Kaufmann dann, wenn er sich an seine Zusagen erfüllt.

Techniker denken in der Welt der Experimente, Maschinen und Umwelteinflüsse. Für einen Techniker ist es wichtig zu wissen, welche Maschinen es gibt und was diese leisten können, denn nur dann, kann er Maschinen realisieren. Ein Techniker kann sich lediglich auf Experimente verlassen, die er reproduzieren kann. Anerkennung bekommt ein Techniker vor allem dann, wenn er Maschinen konstruiert, die funktionieren, wenn er die Experimente kennt, die seinen Arbeitsbereich betreffen und wenn er weiß, was technisch machbar ist und was nicht. Um dies zu erreichen, muss er stets die vorliegenden Fakten möglichst genau erfassen.

Aus diesem Grund ist es meiner Erfahrung nach wichtig, den kaufmännischen Bereich und den technischen Bereich streng voneinander zu trennen und auf keinen Fall Weisungsbefugnisse von einem Bereich ausgehend in den anderen zuzulassen. Fatal wirkt sich vor allem eine Abhängigkeit der Techniker von den Kaufleuten aus, was meist dazu führt, dass Techniker völlig überarbeitet sind, oder innerlich gekündigt haben, weil sie damit beschäftigt sind, die oft realitätsfremden Zusagen der Kaufleute zu erfüllen. Wenn die Techniker die von den Kaufleuten geforderten Leistungen nicht mehr erfüllen können, werden sie aus der Firma herausgeworfen, oder die Forschungsprojekte werden eingestellt und die Ressourcen wie Messgeräte, Daten und Versuchsaufbauten werden von den Kaufleuten verkauft. Die Techniker gehen hier meist leer aus.

Wenn Techniker und Wissenschaftler allerdings auf das Geld von Kaufleuten angewiesen sind, ist eine einseitige Abhängigkeit vom Beginn des Forschungsprojekts an gegeben. Die Probleme, die vorhin geschildert wurden, sind hier vorprogrammiert. Das gilt im Übrigen auch dann, wenn Wissenschaftler an staatliche Forschungsförderung kommen wollen. Auch hier entscheiden in letzter Instanz Kaufleute, ob eine finanzielle Förderung gewährt wird oder nicht. Deshalb sollte naturwissenschaftliche Forschung stets durch die Naturwissenschaftler selbst finanziert werden. Mehr dazu ist im letzten Abschnitt dieses Kapitels zu finden.

Eine wirksame Methode der Machtausübung

Folgende Schilderung beruhen auf meine persönlichen Erfahrungen mit einigen Menschen, die sich betriebswirtschaftliches Denken groß auf die Fahne geschrieben hatten. Besonders bezeichnend war eine Situation, die wirklich stattgefunden hat und die ich sehr beeindruckend fand. Ich habe erlebt, wie ein Betriebswirt, der von Technik und Wissenschaft nicht die geringste Ahnung hatte, eine Gruppe von Ingenieuren und promovierten Naturwissenschaftlern so zurechtgewiesen hat, so dass diese betreten auf die Tischplatte vor sich geschaut und geschwiegen haben, jedenfalls so lange, bis ich mit dem Betriebswirt Streit angefangen habe.

In den von 2000 bis 2004, als ich noch Maschinenbau studierte, gehörte es bei vielen Ingenieuren zum guten Ton, ein Aufbaustudium im Bereich der Betriebswirtschaftslehre zu absolvieren, was ich schon damals sehr gruselig fand. Ich habe Ingenieure erlebt, die die Betriebswirtschaftslehre als Wissenschaft betrachteten, deren Lehrsätze höher anzusiedeln ist als das Wissen der Ingenieurs- und Naturwissenschaften. Die Angst vor der möglichen Arbeitslosigkeit oder vor einem Karriereknick hat Naturwissenschaftler dazu gebracht, sich der Betriebswirtschaftslehre mit einer gewissen Heilserwartung zuzuwenden.

Aus diesem Grund ist auch das Thema der Machtausübung wichtig für das naturwissenschaftliche Arbeiten. Aus Gründen der Anschaulichkeit beschreibe ich einen fiktiven Fall, der meine Erfahrungen treffend und plakativ zusammenfasst:

In dem fiktiven Fall lag ein komplexes technisches Problem vor, bei dem alle Systeme sich wechselseitig auf komplexe Weise beeinflussten. Veränderte man ein System, wirkte sich dies auf alle anderen Teilsysteme aus, die wiederum das ursprünglich veränderte System auf veränderte Weise beeinflussten. Die Ingenieure, die dieses Problem bearbeiteten wussten von der Komplexität der Aufgabenstellung.

Der Betriebswirt in dem Team reduzierte die Aufgabenstellung, die das vorliegende komplexe System von Zusammenhängen betrafen, auf wenige schnell erkennbare Fakten und traf innerhalb weniger Minuten elegant und in sich schlüssige Entscheidungen und sagte den Ingenieuren in wenigen klaren Sätzen, wie die Aufgabenstellung gelöst werden kann.

Die Ingenieure waren verlegen und schämten sich, weil der Betriebswirt innerhalb von Minuten in sich schlüssige Entscheidungen über komplexe Systeme traf, die die Ingenieure evtl. erst in tagelanger Arbeit hätten treffen können.

Die Entscheidungen des Betriebswirtes waren zwar in sich schlüssig, aber sie waren im Nachhinein Fehlentscheidungen, weil sie die komplexen Zusammenhänge nicht berücksichtigten. Die Ingenieure bügeln die durch die Fehlentscheidungen auftretenden Probleme und Schäden unter enormen Anstrengungen mit viel Fleiß und Können aus, wodurch das Ziel erreicht wurde.

Der Betriebswirt sah, dass die Aufgabenstellung gelöst wurde und führte den Erfolg auf seine Entscheidungen zurück, was er den Ingenieuren auch mitteilte.

Die Ingenieure waren beeindruckt von der "Weitsicht" des Betriebswirtes und von seiner Fähigkeit, die notwendigen Entscheidungen innerhalb von Minuten treffen zu können, wofür Ingenieure Tage oder gar Wochen brauchen. Die Ingenieure sahen nicht, dass es ihre enorme Anstrengung war, die den Erfolg herbeigeführt hatte. Für sie war die anstrengende, kaum machbare Arbeit normal.

Die Schlussfolgerung, die ich daraus ziehe ist, Betriebswirte konsequent aus Projekten heraus zu halten und die Entscheidungen bezüglich komplexer Systeme erst nach reiflicher Überlegung, basierend auf der Erkenntnis aus Experimenten auf vorsichtige Weise zu fällen, so dass möglichst wenig Fehler ausgebügelt werden müssen. So macht der Ingenieurberuf mehr Spaß und für die Gesundheit ist auch etwas getan.

Die Methode der Selbstfinanzierung

In den letzten Jahren habe ich viele Projekte erlebt, in denen versucht wurde, dem Geld von Investoren hinterher zu jagen. Keines dieser Projekte war erfolgreich. Es wurde viel Geld verbraten und viele Monate umsonst gearbeitet. Das lag an folgenden Umständen:

- Es wurden Dinge entwickelt, die niemand gebrauchen konnte.
- Die Projekte waren viel zu aufwändig und konnten von den Projektteilnehmern nicht gestemmt werden.
- Die Leute, die etwas Geld investierten, hatten plötzlich Mitspracherecht im Projekt und haben durch ihre Erwartungen das Projekt in Richtungen gedrängt, die technisch unsinnig waren.

In den letzten Jahren hat sich nur eine Imkerei erfolgreich gezeigt, die von meiner Frau und mir gegründet wurde. Hier wurde und wird die Methode der Selbstfinanzierung angewendet. Die Methode der Selbstfinanzierung wurde in diesem Fall so realisiert, dass für einen geringen Geldbetrag Waren eingekauft wurden. Die Waren wurden dann mit einem Gewinn weiter verkauft, so dass etwas mehr Geld auf dem Konto war. Der Arbeitsaufwand für den Betrieb der Imkerei wurden hier gründlich ermittelt und mit in den Verkaufspreis eingerechnet. Der Verkaufserlös wurde wieder verwendet, um Waren einzukaufen, die wiederum mit Gewinn verkauft wurden. Dadurch begann die Imkerei exponentiell zu wachsen und er tut dies bis heute. Um zu zeigen, was exponentielles Wachstum bedeutet, möchte ich ein Beispiel berechnen, das für die meisten Menschen machbar sein dürfte:

Angenommen, es soll eine Produktionsfirma für kleine Handtuchhalter aus Zement aufgebaut werden. Der erste Schritt besteht darin, einen Handtuchhalter aus Wachs zu schnitzen, und ihn dann mit Silikon abzuformen. So können die Handtuchhalter über das Gießen mit Zement leicht vervielfältigt werden. Angenommen ein Handtuchhalter kostet in der Herstellung 50 Cent. Verkauft wird er für 1 Euro. Das Startkapital, das zu Verfügung steht beträgt 10 Euro. Es können also 20 Handtuchhalter hergestellt werden. Diese werden für 20 Euro verkauft.

Mit diesem Geld können nun 40 Handtuchhalter hergestellt werden, die dann für 40 Euro verkauft werden. Die Zahlen entwickeln sich, wie in der Tabelle beschrieben exponentiell:

Startkapital	Stückzahl Handtuchhalter	Verkaufserlös
10	20	20
20	40	40
40	80	80
80	160	160
160	320	320
320	640	640
640	1280	1280
1280	2560	2560

Angenommen, man produziert jede Woche eine neue Charge Handtuchhalter, so hat man in acht Wochen das Startkapital von 10 Euro auf 2560 Euro exponentiell vermehrt.

Diese Rechnung zeigt etwas sehr wichtiges: Geld, ist nicht das Problem. Das Problem besteht darin, dass die Kundschaft die Handtuchhalter benötigt und diese auch findet. Deshalb ist nicht der Weg zur Bank am wichtigsten. Am wichtigsten ist, dass das Produkt funktioniert und dass es bekannt wird. Das braucht vor allem Zeit, Geduld, Freude an der eigenen Arbeit und Gottvertrauen.

Die Befreiung vor der selbst verschuldeten Unmündigkeit

Der erste Schritt, zur Befreiung aus der selbst verschuldeten Unmündigkeit ist zu begreifen, dass andere Menschen einem nicht dabei helfen können, glücklich zu sein. Kein Chef, keine Karriere, kein Titel und kein Erfolg machen auf Dauer glücklich. Kein Mensch kann einem sagen, welches Ziel im Leben richtig oder falsch ist. Des weiteren habe ich erkannt, dass es nicht die eigene Leistungsfähigkeit ist, die Unternehmungen zum Erfolg führt. Rückblickend betrachtet sind es immer günstige Ereignisse, die entscheidend für den Erfolg waren. Wenn ich die letzten 40 Jahre meines Lebens betrachte, komme ich zum Schluss, dass die wirklich wichtigen Ereignisse immer in Gottes Hand lagen. Das bedeutet für mich, dass ich nicht mehr versuche, alles kontrollieren zu wollen. Ich gehe viel mehr mit offenen Augen durchs Leben und nehme die Dinge, die mir geschenkt werden, danken an. Wenn ich etwas erreicht habe, rühme ich mich nicht mehr damit und ich rühme auch keinen anderen Menschen für das, was er oder sie erreicht hat. Wenn man jemandem danke möchte, so sollte man meiner Ansicht nach Gott danken.