

# 1

## Ingenieure und Naturwissenschaftler mit einzigartiger Startposition

### Was wir können ...

Kompetenzen haben Sie viele, die meisten witzigerweise schon in Ihrem Elternhaus erlernt. Bis zu unserem dritten Lebensjahr entwickeln wir viele unserer kognitiven Fähigkeiten, wir lernen räumlich zu sehen, oder wir lernen es nie wieder in unserem Leben. Es werden emotionale Weichen gestellt, wir entwickeln viele unserer späteren Verhaltensmuster. Manche davon dürften genetisch bedingt sein, andere wiederum sind erlernt. Werden erlernt nach dem Prinzip von Ermunterung oder Bremsen, durch die Bereitschaft, etwas auszuprobieren und auch mit dem Scheitern umzugehen. Vielleicht haben Sie schon einmal kleine Kinder gesehen, die hingefallen waren und sich zu ihrer Betreuungsperson umgedreht haben: Wenn die locker bleiben und nichts sagen, stehen Kinder oft ohne Tränen auf und machen weiter, selbst wenn sie bluten; wenn hingegen eine erschrockene Reaktion kommt und zu Hilfe geeilt wird, dann setzt ein Gebrüll ein, auch wenn das Knie nicht blutet, ganz nach dem Motto: „Sage mir, wie ernst es ist ...“ Wir lernen in diesem Alter, uns auf unsere Umwelt einzustellen, sie auf uns wirken zu lassen, aber auch auf sie einzuwirken. Dabei wird unser Aktionsradius immer größer, unsere das Verhalten bestimmenden Grundkompetenzen stehen aber schon nach wenigen Jahren und können dann kaum noch verändert werden.

Ob Sie vor dem Fernseher groß wurden oder Bücher lasen, ob Sie ein Instrument spielen oder aber im Sportverein waren, ob Sie sich in der Kirche engagiert haben, beim Roten Kreuz oder der Feuerwehr, ob Sie den Keller gesprengt haben oder Bilder malten, Sie haben dabei – ganz nebenbei – Kompetenzen erlangt, die Ihnen nicht nur durch die Schulzeit geholfen haben, diese Kompetenzen haben Sie bereits geprägt und die Prägung werden Sie nicht mehr loswerden, Sie werden sie teilweise sogar einmal weitergeben an Ihre eigenen Kinder.

Vielleicht erinnern Sie sich auch noch dunkel an Ihren Biologieunterricht, in dem Sie von Genotypen und Phänotypen gesprochen haben, also dem, was wir in unseren Genen mit uns mitschleppen und was wir durch unsere Umgebung gelernt haben. Dann kam das *human genome project*, die Entschlüsselung unserer Gene und das Verstehen, was die alles mit uns machen. In der Folge werden wir immer stärker mit Informationen versorgt, was alles Teil unserer Gene ist: Anfälligkeit für Krankheiten, unser Aussehen vor der Anbringung von dekorativer

Kosmetik oder dem Skalpell des Schönheitschirurgen, aber auch ganze Verhaltensmuster, wie zum Beispiel, dass wir heute wissen, dass es Spiegelneuronen in uns gibt, die uns befähigen, die Mimik unserer Gesprächspartner zu spiegeln und so zu vermitteln, dass wir den Anderen verstehen: Wir können mit anderen lachen, weinen, Grimassen schneiden. Vieles davon ist nicht erlernt, sondern steckt in uns drin, ist Teil unserer Natur.

Dabei können wir unsere genetisch bedingten Merkmale nur begrenzt beeinflussen, denn keiner von uns kann viel an seinem Aussehen ändern, an seinem Körperbau, an seiner Haar- und Augenfarbe, es sei denn, wir greifen auf die Errungenschaften der modernen Chemie und Medizin zurück. In unseren Genen stecken aber auch weit mehr Informationen und Verhaltensmuster, als wir uns heute träumen lassen, denn auch der Umgang mit Gefahren, die Kreativität, ja sogar unsere Intelligenz ist ganz entscheidend von unseren Genen geprägt und nicht nur von der Erziehung. Es gab und gibt zwar Lehrmeinungen, die das permanent negieren und behaupten, dass alle Menschen in der Geburt sich gleichen. Selbst unsere geschlechtliche Ausprägung, sprich ob wir Mann oder Frau sind, sei das Ergebnis eines Lernprozesses und somit steuerbar. Somit sei jeder zu allem befähigt sei, wenn er nur die gleichen Chancen hätte, aber gehen Sie bitte davon aus, dass das Unsinn ist. Wenn Sie mit solchen Ideen konfrontiert werden, fragen Sie einfach mal, wie viele Kinder Ihr Gesprächspartner hat. Unsere Altvorderen waren da schon klug, als sie das Sprichwort schufen: „Willst du das Kind heiraten, schaue dir die Eltern an.“

Je mehr Kinder ein Mensch hat, desto klarer erkennt er, dass bereits mit der Geburt ein ziemlich komplett ausgestatteter Mensch das Licht der Erde erblickt hat, den die Eltern noch einige Jahre begleiten dürfen, der aber nicht ein unbeschriebenes Buch mit leeren Seiten ist. Mindestens die Hälfte der Geschichte ist schon geschrieben. Seit das menschliche Genom entschlüsselt wurde, hat sich für die Biologen ein wahres Schatzkästlein geöffnet: Endlich können wir hier über die in der Vergangenheit oft phänomenologische Beschreibung hinausgehen und Zusammenhänge wesentlich präziser beschreiben, als es noch vor wenigen Jahren möglich war. Wann das Auswirkungen auf moderne Erziehungstheorien haben wird, ist offen, gut ist aber, dass wir nun immer besser verstehen, wie viel von unseren Verhaltensweisen, Fähigkeiten und Limitierungen schon mit unserer Zeugung in uns gelegt wurde und was wir wirklich durch Erziehung beeinflussen können. Das bedeutet nicht, dass damit die Bereitschaft zu Anstrengung enden sollte, aber wir sollten für uns akzeptieren, dass wir, wenn wir den Körperbau eines Hammerwerfers haben, im Schulsport nie eine eins bekommen können, da dort Leichtathletik, nicht Schwerathletik unterrichtet wird. Das ist noch einleuchtend, weil wir die Unterschiede im Körperbau sehen können. Die gleichen Unterschiede gelten aber auch in unserer intellektuellen Grundausstattung, nur kann man die nicht sehen. Dennoch sind sie da, und das ist gut: Wir brauchen keine Welt, die nur Weltmeister im 100-m-Lauf beherbergt. Wir brauchen die Vielfalt der Begabungen und Fähigkeiten. Damit haben wir aber auch zu akzeptieren, dass wir es unser ganzes Leben lang mit Menschen zu tun haben, die ganz anders gestrickt sind als wir. Um dennoch eine Art gesellschaftlichen Konsens darüber zu bekom-

men, was jeder können sollte und welches Maß an gemeinsamem Wissen man voraussetzen darf, haben dazu geführt, dass Standards gesetzt wurden, die zu bestimmten Schulabschlüssen führen. Dabei gibt es Fächer, die uns mehr oder weniger liegen. Die, die uns liegen, fallen uns leicht zu lernen, darin sind wir gut, sie unterstützen also unsere Grundkompetenzen, andere fallen uns schwer, weil wir sie nicht so ausgeprägt in unserem Grundrepertoire haben.

### ... und was wir lernen

Wir sind aber auch in einer Gesellschaft groß geworden, die uns gelehrt hat, „was man macht und was nicht.“ Wir haben gelernt, wie wir einander die Hand geben, wir haben gelernt, mit Messer und Gabel zu essen, wir haben gelernt, dass bei uns das Glas bei einem gedeckten Tisch auf der rechten Seite steht und wie man ein Weinglas hält. Wir haben gelernt, auf welcher Seite der Straße die Autos fahren und dass Herdplatten heiß sein können. Wir haben Lesen und Schreiben gelernt und nutzen es hoffentlich auch. Wir haben gelernt, Dinge und Menschen schön oder hässlich zu finden, wir haben gelernt, was wir lustig finden und was nicht. Wir haben gelernt, uns in fremden Sprachen auszudrücken, Wir haben gelernt, wie diese Erde aufgebaut ist, wir haben Rechnen gelernt und uns mit Differenzialgleichungen beschäftigt, wir durften im Unterricht singen, malen, Sport betreiben und wir haben festgestellt, dass nicht alles zu uns passt und uns Freude macht. Danach kam eine ganz persönliche Entscheidung.

Dann haben Sie sich für ein Studium entschieden. Das ist insofern wichtig, weil Sie hier Einfluss auf Ihr weiteres Leben genommen haben in einer Ausprägung, wie es Ihnen vielleicht zunächst noch gar nicht klar geworden ist, weil Sie sich zwar positiv damit auseinander gesetzt haben, aber vielleicht nicht abgrenzend nach dem Motto: Was ich nicht will – und was bedeutet es, wenn ich nicht genau weiß, was ich nicht will.

Alle diese Fähigkeiten, die Sie teilweise in sich drin haben, kommen einfach daher, dass Sie die Eltern haben, die Sie haben, in der Umgebung groß geworden sind, in der Sie groß wurden, und die Bildung genossen haben, die Sie hatten. Sie sind dabei erwachsen geworden und haben angefangen, Ihr Leben selbstbestimmt zu leben. Dann haben Sie sich für ein technisches Studium entschieden. Das war eine klare und bewusste Entscheidung (hoffen wir mal), die Sie aufgrund verschiedener Aspekte getroffen haben. Vielleicht haben Sie sich einfach für das Fach interessiert, vielleicht haben Sie sich überlegt, dass man besonders gute Aussichten auf eine spätere Anstellung hat, vielleicht gab es ein Vorbild im Umkreis, bei dem Sie gesagt haben, so möchten Sie auch einmal werden, vielleicht ...

... spekulieren wir hier zu viel über Ihre Gründe, und Sie haben ganz andere gehabt. Das ist gut möglich, denn wir liegen mit unseren Spekulationen meist falsch. Wichtig ist aber, warum Sie sich für das entschieden haben, was Sie gemacht haben, denn nur wenn Sie das wissen, dann können Sie auch verstehen, was Ihre Motivatoren sind, die Dinge, die Sie interessieren und antreiben. Wenn Sie sich darüber genauer Rechenschaft abgelegt haben, werden Sie sich und Ihre

Motive besser kennen lernen. Doch dazu später mehr. Lassen Sie uns noch etwas bei Ihren Kompetenzen verweilen.

### **Die Startposition**

Sie haben in Ihrem Studium unglaublich viele Erfahrungen gemacht: Sie haben sich mit der Mathematik beschäftigt und sowohl gelernt, was die zweite Ableitung einer Formel bedeutet, als auch, wie man sie ausrechnet. Sie haben Integrale berechnet, Sie haben vielleicht Hyperflächen berechnet, Programme selber geschrieben oder benutzt. Sie haben vielleicht im Labor gestanden und Chemikalien zusammengerührt – und die Experimente sogar überlebt. Und Sie haben gelernt, genug Gottvertrauen zu entwickeln, dass Sie nicht nur die eigenen Experimente überlebt haben, sondern auch die Ihrer Kommilitonen. Sie haben vielleicht Mäuse seziert und den Ekel überwunden, ein totes Tier aufzuschneiden, oder gar die Scheu überwunden, ein Tier zu töten. Sie sind durch die Wälder gegangen und haben alles angefasst, was auf dem Boden lag, vielleicht auch das eine oder andere nun wirklich ekelige Häufchen. Sie haben vielleicht Maschinen gezeichnet und konstruiert und gelernt, wie man mit der geeigneten Software Zeichnungen machen kann, die neue Gebäude, Maschinen, Automobile oder was auch immer darstellen. Sie haben gelernt, schon aus der Zeichnung heraus die Sollbruchstellen zu erkennen oder zu bestimmen, wie viele Kilometer Kabel durch ein Automobil gezogen werden, obwohl das gute Stück doch nur wenige Meter lang ist. Sie haben sich in ersten kleinen Projekten in die Forschung und Entwicklung eingebracht und haben so Ihre Scheine gemacht. Sie haben sich Stück für Stück fachliche Kompetenzen angeeignet auf einem weltweit sehr hohen Niveau. Deutsche Hochschulen sind noch immer weltweit begehrte Ausbildungseinrichtungen und Menschen, die sich in Deutschland haben technisch oder naturwissenschaftlich ausbilden lassen, haben sehr gute Chancen auf den Arbeitsmärkten dieser Welt.

War das alles, was Sie in Ihrem Studium gelernt haben? Die Scheine gemacht, das Wissen verinnerlicht und abrufbar, noch geringe Erfahrung, aber doch schon erkennbar? Mehr nicht? Doch, da ist noch mehr:

### **Sortieren können – wie logisch wir doch sind**

Sie haben sich so ganz nebenbei in vielen weiteren Disziplinen fortgebildet, ganz ohne es zu merken. Fangen wir mal mit dem Thema Logik an:

Sie haben ganz von Beginn an vorausgesetzt, dass es eine Ihrem gewählten Fach eigene Logik gibt, die Sie erlernen konnten. Sie sind davon ausgegangen, dass wir es mit einer Schöpfung zu tun haben, die bestimmten Regeln unterliegt, die Sie studieren können. Sie haben sich ganz selbstverständlich daran gewöhnt, dass es Maßeinheiten wie Meter, Zoll, Fuß, Kilometer und so weiter gibt und dass wir, wenn wir die Länge in Meter messen, in der Regel zum gleichen Ergebnis kommen werden.

Sie haben auch vorausgesetzt, dass wir bestimmte Ordnungsprinzipien benötigen, mit denen wir arbeiten können, Sie haben aber auch gelernt, dass es doch Unterschiede zwischen den Disziplinen gibt. Diejenigen unter Ihnen, die ein oder zwei Semester lang mal eine andere Disziplin lernen mussten, haben meist schmerzhaft erfahren, dass die gewohnten Grundlogiken nicht immer passen. Ob nun der angehende Chemiker sich mit gekoppelten Pendeln in der Physik beschäftigt oder mit elektrischen Schaltungen, ob der angehende Arzt sich mit den Wundern der Chemie auseinandersetzen soll, oder der kommende Ingenieur die mathematischen Grundlagen der Ballistik erlernt, obwohl er doch den Wehrdienst verweigerte: Die Logiken, die wir in unserer Disziplin lernen, sind nicht überallhin übertragbar und führen oftmals zu Verwerfungen. Was es heißt, eine  $4 \times 4$ -Matrix zu haben und zu nutzen, kann für den Chemiker bedeuten, dass er vier Proben jeweils auf vier Reagenzgläser aufteilt, um dann weitere Experimente zu machen. Für den Ingenieur kann es eine Rechenaufgabe bedeuten, mit der letztlich ein zweidimensionales Problem beschrieben wird, für den Biologen können es Untersuchungen zum Wachstum von Zellkulturen in verschiedenen Milieus sein, letztlich ist es aber in jedem Fall die Beschreibung einer Systematisierung, auch wenn gleiche Begriffe in unterschiedlichen Disziplinen unterschiedliche Bedeutungen haben.

Diese Feststellung ist insofern wichtig und relevant, weil wir uns damit davon verabschieden müssen, dass unsere Logik jeder teilt und dass die Begriffe, die wir verwenden, eindeutig sind. Ein Spinner kann jemand sein, der verrückte Ideen hat, ein Angelzubehör oder Teil einer technischen Ausrüstung. Auf einer Tafel haben wir geschrieben, an ihr gegessen oder sie als Gebirgstyp im Erdkundeunterricht kennen gelernt. Eine Matrix kann ein Rechenbeispiel sein, ein Vlies, auf dem irgendetwas untergebracht wird, oder auch eine Ansammlung von Zellen. Es kann also passieren, dass wir in unserer inhärenten Logik und Sprache Dinge benennen, die unsere Gesprächspartner als ebenfalls logisch bezeichnen, allerdings aus einer anderen Logik heraus, einfach, weil die gleichen Wörter andere Begriffe beinhalten.

## Grundannahmen

In Einem allerdings sind wir uns dennoch stillschweigend alle einig:

Wir gehen alle davon aus, dass wir es mit einer geordneten Schöpfung, einem Kosmos, zu tun haben, also dem Gegenteil von Chaos (auch wenn unsere Schreibtische manchmal anderes vermuten lassen). So haben wir beispielsweise nie infrage gestellt, dass Experimente oder Messungen wiederholbar sind, ja, sogar wiederholbar sein müssen. Wenn wir sauber gearbeitet haben, dann werden unsere Experimente oder Berechnungen immer zum gleichen Ergebnis führen. Sind unsere Experimente oder Berechnungen wider Erwarten einmal nicht wiederholbar gewesen, so haben wir für uns gleich akzeptiert, dass wir uns entweder verrechnet haben oder mindestens einen Parameter noch nicht verstanden haben, der auch zu dem Ergebnis beiträgt. Und weil wir diesen Parameter nicht kannten,

haben wir daran gearbeitet, ihn zu verstehen, damit Ergebnisse wieder reproduzierbar sind. Wir haben – um eine extreme Gegenposition zu beziehen – jedenfalls nicht gedanklich zugelassen, dass wir vom Chaos umgeben sind, das keine nachvollziehbaren Regeln hat, sodass wir nicht wissen, ob wir, wenn wir morgen aus dem Haus gehen und uns nach links wenden, nicht auf einmal in Tomatensuppe versinken, um bei einer Wiederholung unseres Laufweges zu explodieren. Das wäre wirklich eine surreale Welt, in der wir dann lebten, eine, die eher zu einem LSD-Trip passte als in unser normales Weltbild. Solche Einfälle passen einfach nicht zu unserer Grundannahme der Reproduzierbarkeit und der geltenden Gesetze. Sie gelten dann, wenn wir ganz schräge Bücher lesen, die bewusst die Regeln unserer Welt auf die Schippe nehmen. Sie gelten aber nicht in unserem täglichen Leben. Vermutlich haben wir uns darüber bisher auch keine Rechenschaft abgelegt, denn es ist für uns so was von normal, es lohnt einfach nicht, diese Grundlagen festzustellen. Doch, es lohnt, denn nicht jeder muss ja vom Gleichen ausgehen.

### **Gut, dass wir Sachen zweimal machen können, oder?**

Durch die Grundannahme der geltenden naturwissenschaftlichen Regeln haben wir selbstverständlich akzeptiert, dass Dinge wiederholbar sind und wir mit unserem Handeln diesen Regeln unterworfen sind. Wir haben gelernt, logisch darin zu denken und zu handeln. Wenn wir durch ein Experiment feststellen, dass irgendetwas geschieht, wenn wir etwas machen, und das auch reproduzierbar ist, dann können wir versuchen, daraus Regeln abzuleiten, die dann vielleicht auch übertragbar sind. Und wenn wir etwas übertragen konnten und das auch bestätigt ist, können wir eine Theorie aufstellen, die bis zum Beweis des Gegenteils gilt. So etwas nennt man dann wissenschaftliches Arbeiten. Dabei wissen wir allerdings auch, dass wir bis heute nicht alles begriffen haben, sodass es sein kann, dass einiges sich morgen doch ändert. Lassen Sie mich dazu ein Beispiel geben:

Stellen wir uns vor, wir sind ein Volk, das auch nur ansatzweise noch nicht verstanden hat, wie unser Sonnensystem funktioniert. Jeden Morgen geht die Sonne auf, jeden Abend geht sie unter. Nun haben wir eine Theorie, die besagt, dass wir ab dem Sonnenuntergang die ganze Nacht über eine Trommel schlagen müssen, bis die Sonne morgens wieder aufgeht. Wenn wir das nicht machen, geht die Sonne nicht mehr auf. Generationen haben schon die Trommel geschlagen, und siehe da – die Sonne ging immer wieder auf. In einer Kausalkette können wir also lückenlos belegen, dass die Theorie stimmt, bis eines Tages jemand kommt, der sagt, dass das alles ganz großer Quatsch sein könnte und es lohnte, die Theorie zu hinterfragen: So beschließen sie alle, mal eine Nacht nicht zu trommeln, und wenn die Sonne nicht wieder aufgeht, dann könnte man ja noch immer trommeln, damit sie wiederkäme. Wir werden Stimmen hören, die davor warnen, auf das gewohnte Trommeln zu verzichten, denn wenn jetzt die Dauer einer Nacht nicht getrommelt wird und wir dann wieder anfangen – wer kann denn heute mit Sicherheit sagen, dass es gelingen wird, wieder einen Tag herbei zu trommeln,

oder ob wir nicht in ewiger Finsternis versinken werden, weil die Sonne es uns übel nimmt, dass wir nicht getrommelt haben und nun beleidigt woanders scheinen geht. Bei solchen, die eben fleißig trommeln. Nach langen Debatten trauen wir uns nun doch und probieren es mal aus, wie es sich ohne Trommeln schlafen lässt.

## Die Grenzen des Wissens

Nun, das Ergebnis des Experiments können Sie sich vorstellen:

Die in Gedanken gesetzte Gesellschaft könnte dann ruhiger schlafen, ein Dogma weniger, und vielleicht mit mauligen Trommlern, die ihres Status beraubt und arbeitslos sind. Sie sagen, so etwas hat es nie gegeben. Doch. Denken Sie an Ihren Geschichtsunterricht: Bis vor wenigen Jahrhunderten war nach der Vorstellung der Menschen die Erde eine Scheibe, mit ganz klaren Konsequenzen für ihre Nutzbarkeit. Dennoch waren Menschen gebildet und zu guter wissenschaftlicher und handwerklicher Arbeit befähigt. Wir sollten uns also davor hüten, die damalige Zeit mit dem heutigen Wissen arrogant zu verspotten, denn wir leben heute selber in einer Zeit, die in wenigen Generationen einmal eine Zeit sein wird, auf die man zurückblickt und sich vielleicht wundert, wie naiv wir doch damals waren im Umgang mit welchem Wissen auch immer. Es kann uns sogar passieren, dass wir im Zeitalter der Digitalisierung schlagartig Wissen verlieren und die Menschheit in der Erkenntnis zurückwerfen, wenn wir keine Bücher mehr haben und nicht mehr mit geschriebenen und gedruckten Medien umgehen können: Heute schon tun wir uns schwer, digitale Bilder oder Texte der ersten Generationen zu lesen, durch Wechsel der Software können ganze Bibliotheken nicht mehr verfügbar sein, ein in der EDV durchaus als wichtig und relevant erkanntes Thema. Wenn also durch solche Wechsel der Software oder Rechnersysteme ganze Arbeiten nicht mehr zugänglich sind, ist das Wissen verloren und muss neu erarbeitet werden, was vielleicht nicht mehr möglich ist. Das kann dann durchaus demütig machen in Bezug auf die Leistungen früherer Generationen und ihre Leistungsfähigkeit. Es sollte uns aber auch helfen, unsere eigenen Leistungen zu relativieren und uns etwas bescheidener in einen Zeitstrahl einzuordnen, der vor uns war, den wir nun ein paar Jahrzehnte mitgestalten dürfen und der noch lange nach uns sein wird. Die Aussage, die Welt sei eine Kugel, brauchte Zeit, um sich durchzusetzen. Manche Erkenntnisse haben deutliche Konsequenzen, wie die Aussage, die Erde sei eine Kugel: Wenn die Erde eine Kugel war, dann musste es ganz andere Wege nach Indien geben. Christoph Kolumbus griff diese These auf, das spanische Königshaus ermöglichte die Expedition, wir kennen das Ergebnis, aber auch den Irrtum: Kolumbus dachte, er sei in Indien, daher gibt es noch heute die Indianer. Die Konsequenz waren dann ganz andere Wege für Warenströme und die Entdeckung Amerikas, die Besiedelung neuer Landschaften und für Hunderttausende Deutscher, Briten, Franzosen in einer Zeit, in der Europa die eigene Bevölkerung nicht wirklich ernähren konnte, die Chance, in einem neuen Land zu eigenem Land und eigenem Wohlstand zu kommen.

Wir haben also gelernt, unsere Welt mit anderen Augen zu sehen und Fragen zu stellen. Nicht nur die Frage, wieso wir nachts nicht mehr trommeln müssen, sondern auch die Frage, wieso eigentlich Benzin über einen Vergaser gehen muss, bevor man es verbrennt, oder ob nicht eine Einspritzpumpe auch gehen könnte, wieso wir nicht ein bestimmtes Medikament machen können, wieso wir nicht fliegen können sollen, wieso wir nicht zum Mond reisen sollen, wieso wir nicht ein über dreihundert Meter hohes Haus bauen wollen, wieso wir nicht Löcher in die Erde bohren, um Öl zu fördern, wieso wir nicht Telefone bauen, die jeder mit sich führen kann, die auch noch Mails schreiben können, Musik abspielen und vielleicht eines Tages auch Kaffee kochen. Wir haben gelernt, die Generationenfolgen zu berechnen, uns mit Krankheiten und deren Vererbbarkeiten auseinanderzusetzen und zu bestimmen, mit welcher Wahrscheinlichkeit wir einmal Diabetes bekommen oder an einem Herzinfarkt sterben werden.

Die Art und Weise, wie wir fragen, wird sich aber mit hoher Wahrscheinlichkeit im Laufe unseres Lebens geändert haben. Als Kind hatten wir eine Phase, in der wir unsere Eltern zur Weißglut bekommen haben, indem wir immer „Warum“ fragten. Diese Frage ist ein Spiel und führt in Sekunden an die Grenzen des eigenen Wissens und oft in die Metaphysik. Warum ist die Banane krumm? Weil sie nicht gerade ist. Warum ist sie nicht gerade? Weil sie krumm ist. So eine Schleife ist langweilig, weil sie unsinnig sich selber wieder schließt. Nicht langweilig ist aber eine andere Serie an „Warums“, die so aussehen kann: Warum ist die Banane krumm? Weil sie immer so wächst. Warum wächst sie immer so? Weil es die Natur so vorgibt. Warum gibt die Natur das so vor? Weil die Information über unser Wachstum in unseren Genen steckt. Warum steckt die Information in unseren Genen? – Und schon haben wir ein Forschungsprogramm andiskutiert, mit dem Ziel, das „Krumm-wachs-Gen“ zu identifizieren. Das kann uns dann helfen, Bananen zu züchten, die sich ringeln oder gerade wachsen und weiß der Himmel was noch. Vielleicht verstehen wir auch, wieso sich mancher Bambus ringelt, ob das Bananen-krumm-Gen mit dem des geringelten Schweineschwanzes identisch ist, ob das dann übertragbar ist auf andere Probleme und was wir technisch so von der Natur lernen können, wie etwa beim Lotos-Effekt, dass eben nicht die Oberfläche besonders Schmutz abweisend ist, die poliert und glatt ist, sondern die, die eher rau ist, aber eine besondere Rauigkeit hat, sodass sie schlechte Hafteigenschaften aufweist.

### Fragen hilft

Das Titellied der Sesamstraße hat als Text:

Der, die, das,  
wer, wie, was,  
wieso, weshalb, warum,  
wer nicht fragt, bleibt dumm ...



Dabei fällt auf, dass alle Fragen mit einem „W“ anfangen. Ganz allgemein sind die W-Fragen, also die Frage, warum, wieso, woher, weshalb, wer, was, so genannte offene Fragen. Offen deshalb, weil die Antworten nicht ja, nein, kein Häkchen in einem Kästchen sein können, sondern eben offene Antworten zulassen, sogar brauchen. Es gibt keine vorgegebene Antwort, das macht die Fragen so schwer, aber auch so erfolgreich. Wer etwas lernen möchte, fragt besser mit offenen Fragen. Das gilt ganz allgemein: Im Tatort hören wir, wie der Kommissar fragt, was der Verdächtige machte, oder wo er war. Im Kolloquium hat uns der Prüfer vielleicht auch gefragt, wie eine Reaktion von statten geht, oder welche Situation welche Konsequenz hatte. Auch im privaten Bereich sind wir mit offenen Fragen meistens erfolgreicher: „Was machst Du heute Abend?“ lässt als Frage mehr Antworten zu, als die Frage „Magst Du mit ins Kino gehen?“

Erwachsene fragen typischerweise nicht mehr „Warum“. Dabei geht aber die kindliche Frage nach dem Warum meist im Studium verloren und wird durch ein „Wie“ ersetzt. Ein Erwachsener fragt eher „Wie geht dieses Gerät, diese Reaktion, dieses Was-auch-immer“, während ein Kind die Frage nach dem Warum stellt. Warum geht das Gerät? Warum geht diese Reaktion? Diese Frage ist viel fundamentaler und wird uns – richtig angewendet – unschlagbar erfolgreich machen können. Aber auch alle anderen W-Fragen sind unglaublich erfolgreich, weil sie Möglichkeiten geben und nicht nehmen: Was kommt am Ende des Himmels? Wie kommt das Schild „Rasen betreten verboten“ mitten auf den Rasen? Warum sterben wir? Woher kommt die Schwerkraft? Warum können wir sie nicht aufheben? Wieso können wir nicht fliegen? Wer hat den Kosmos gemacht? Warum sterben Sterne? Wieso geht diese Packung Erdnüsse nicht auf? Warum schäumt Cola light mit Mentos über? Wieso bröckelt der Putz von der Wand? Warum muss der Mensch schlafen? Wieso kann Zeit nur in eine Richtung verstreichen? Was kommt hinter dem Universum? Wer hat das alles gemacht? Und warum? Diese Fragen zu beantworten, reicht ein Menschenleben nicht aus. Stellen wir sie anders, können wir sie schnell und einfach beantworten:

Wo schalte ich dieses Gerät an? Da. Diese Reaktion führt zu Produkt A? Ja oder Nein. Hat der Himmel ein Ende? Ja. Betreten Menschen den Rasen, um Schilder zu installieren, auf denen steht „Rasen betreten verboten“? Ja. Sterben wir am Ende unseres Lebens? Ja. Üben Körper eine Kraft auf andere aus? Ja. Können wir die berechnen? Ja. Gibt es eine negative Schwerkraft? Nein. Ist der Mensch bautartlich ungeeignet, um zu fliegen? Ja. Gab es einen Urknall? Ja. Regeneriert der Mensch im Schlaf? Ja. Wir kürzen hier ab. Andere Fragen, andere Antworten. Langweilige Antworten. Aber schnelle Antworten.

Wenn wir ein gutes Studium hatten, dann haben wir unsere natürliche Neugier beibehalten und werden sie noch hoffentlich lange mit uns herumschleppen. „*Scio nescio*“ – „ich weiß, dass ich nichts weiß“. Mit diesem Satz wird Sokrates ebenso wie Descartes zitiert, der so die Grenzen seines Wissens beschrieb. Er hatte sicher Recht, denn das, was wir nicht wissen, ist sicherlich deutlich mehr, als das, was wir zu wissen meinen. Wie das Beispiel der Trommler zeigt, die die Sonne herbei trommelten, wissen wir oft nicht einmal, dass auch wir so eine Gesellschaft von

Trommlern sind. Wir haben es eben nur noch nicht erkannt. Egal, ob es sich um Dogmen handelt oder auch um scheinbar feste Erkenntnisse.

Dabei ist es oft ja auch nicht so, dass sich eine neue Erkenntnis fulminant durchsetzt und die ehemaligen Gegner sich bekehren lassen. Es wird in der Regel nicht so sein, dass Gegner einer Sichtweise sich von heute auf morgen verändern, die Richtigkeit der Aussage anerkennen und so gewissermaßen aus einem Saulus ein Paulus wird (falls es nicht bekannt sein sollte: Saulus war ein römischer Offizier, der den Auftrag hatte, Christen zu verfolgen, durch ein Wunder zum Christentum bekehrt wurde und nach langen Missionsreisen später selber im Rom das Martyrium erlitt. Mit seiner Bekehrung änderte er seinen Namen von Saulus zu Paulus.)

Es wird bei neuen Erkenntnissen eher so sein, dass eine neue Generation heranwächst, die sich schon an den Gedanken einer neuen Weltsicht, einer neuen Technologie gewöhnt hat und damit deshalb ganz anders umgehen kann, weil man es eben schon als Realität gelernt hat. Egal, ob es sich um das Trommeln bei Nacht oder die Nutzung neuer Medien, eine neue medizinische Behandlungsmethode oder eine ganz andere neue Erkenntnis handelt. Ebenfalls ist es ganz normal, dass es eine deutliche Zahl an Menschen geben wird, die vor der Zukunft warnen. Ob es darum geht, den Fuß vom Baum kommend auf den Boden zu setzen, ob es darum geht, im Experiment zu beweisen, dass die Erde eine Kugel ist, oder ob wir zum Mond fliegen, es wird immer Stimmen geben, die warnen, dass es ja nicht gut gehen kann. Auch damit müssen wir umgehen und haben es gelernt. Sonst hätten wir nicht das Studium gewählt, das wir gewählt haben, sonst hätten wir uns nicht für eine Disziplin entschieden, die die Zukunft gestalten will und Veränderungen hervorbringen möchte.

„Nichts ist für die Ewigkeit“, sagt ein Sprichwort und meint damit die Veränderungsprozesse, die sowohl durch Altern als auch durch neue Erkenntnisse einsetzen. Damit ist dann meistens gemeint, dass auch große Gebäude, wie etwa die Pyramiden, nicht in alle Ewigkeit leben werden. Die Kultur der Inkas verblich, China war vor vielen Tausend Jahren eine Hochkultur, die Menschheit hatte Gaben, die sie heute schon wieder verloren hat: Die Römer wussten, wie man mit kolloidalem Gold Glas durchgehend rot färbt – wir können es nicht mehr, wir können heute nur noch die Oberflächen anfärben, was auch schön ist und erst Böhmisches Glas möglich machte. Es gibt Glasuren, die sind einfach für immer verloren. Es gibt Heilrezepte, die wir heute mühsam wieder erarbeiten. Wissen, Gebäude, Technik – alles hat seine Zeit und wird irgendwann vergehen. Die Sonne wird vergehen, mit ihr unsere Erde. Es wird zwar noch etwas dauern und wir müssen deshalb nicht schnell unser Testament ändern, aber wir leben auf einem Planeten, der dem Untergang geweiht ist. Gibt es nichts für die Ewigkeit?

Doch. Es gibt es etwas, was für die Ewigkeit ist:

Nothing lasts forever, except what you don't know.

Dieses Zitat aus einem Lied sollte uns durchaus nachdenklich machen. Wollen wir wirklich, dass unsere Unwissenheit für die Ewigkeit Bestand hat? Wir können es

nicht verhindern, wir können aber aktiv daran arbeiten, dass das, was letztlich übrig bleiben wird, so wenig wie möglich sein wird. Bleiben wir also neugierig und versuchen wir, jeden Tag etwas schlauer zu werden, damit wir nicht ganz so dumm sterben, wie wir heute noch sind. Und wir haben die sprachlichen Mittel, dem Problem zu begegnen. Nutzen wir die W-Fragen.

## Stressfest

Wir haben auch gelernt, viel und unter Druck zu arbeiten. Egal, ob wir nun für unser Studium gearbeitet haben, oder nebenbei Nachhilfe gaben, gekellnert haben oder als Kurierfahrer unterwegs waren – wir haben unsere Zeit eingeteilt und ganz nebenbei gelernt, große Mengen Arbeit in kleine Päckchen zu teilen, die wir dann abgearbeitet haben. Dabei war es dann egal, ob die Zeit so eng war, weil wir im Labor mal wieder eine Analyse in den Sand gesetzt haben, oder ob eine technische Zeichnung nicht so gut war, dass wir sie ruhigen Gewissens abgeben konnten, ob am Ende des Geldes noch so viel Monat übrig war, dass wir uns beeilen mussten, der Zeit auch noch Geld hinzuzufügen. Wenn wir unser Studium schnell und zügig beendet haben, dann waren wir nicht faul und hätte manche Gewerkschaft ihren Mitgliedern empfohlen, nicht so wie wir zu arbeiten.

Vielleicht haben wir auch in der einen oder anderen Lerngruppe gearbeitet, zusammen gelernt und uns gemeinsam weiterentwickelt. Vielleicht haben wir auch an den Wochenenden gemeinsam nicht nur Ausflüge gemacht, sondern uns durch die Maxwell'schen Relationen gequält, im Labor das eine oder andere Präparat gekocht, die Statik für einen Wolkenkratzer berechnet, eine DNA zerlegt, einen Kindergarten gezeichnet oder uns zwischen Nudeln mit Tomatensoße und Leberwurstbrot gegenseitig für die nächste Klausur fit gemacht und alle möglichen Dinge getan, um die Zeit als Student sinnvoll zu nutzen und trotzdem möglichst kurz zu halten.

Ziemlich sicher haben wir viele verschiedene Prüfungen bestanden und haben unsere Zeit immer wieder auf ihre sinnvolle Verwendung hin geprüft, uns selber optimiert und versucht, das Beste aus unserer Zeit und uns herauszuholen. Dabei haben wir Strategien entwickelt, wie wir unsere Zeit sinnvoll einsetzen können, wie wir eine große Aufgabe in kleine Pakete teilen, die kleinen Pakete wiederum in noch kleinere Scheiben schneiden und wie wir es dann tatsächlich schaffen, diese handhabbaren kleineren Scheiben schnell und zügig abzuarbeiten. Das hat uns geholfen, den großen Berg Wissen, Können und Lernen zu bewältigen und dem Druck standzuhalten.

Damit haben wir uns eine Kompetenz angeeignet, die nicht alle besitzen, wir aber schon. Diese Kompetenz erlaubt es uns auch, mit Scheitern umzugehen, denn wir haben nicht alles immer richtig gemacht. Wir haben Klausuren verhaufen, wir haben vielleicht die eine oder andere mündliche Prüfung nochmals machen dürfen, wir haben ziemlich sicher Arbeiten im Labor ebenfalls öfter machen müssen, wir haben gelernt, dass wir mit unserem Wissen vielleicht manchmal am Ende sind und nicht weiterkommen. Wir haben dann aber nicht

aufgegeben und uns aufgerufen, einen neuen Versuch gemacht, das Lehrbuch wieder bemüht, unsere Vorlesungsmitschriften nochmals durchgenommen, wieder Übungen gemacht. Bis es klappte. Das ist eine wesentliche Kompetenz von uns, die uns für den Rest unseres Lebens begleiten wird und die wir nicht hoch genug schätzen können. Hinfallen kann jeder, aufstehen gehört auch dazu und der Wille und der Mut, das dann auch zu machen, wenn es notwendig ist.

Diesem Druck hat nicht jeder standgehalten, denn nicht jeder, der mit uns angefangen hat zu studieren, hat das Studium auch tatsächlich beendet. Nicht jeder konnte dem Druck standhalten, nicht jeder hatte den Willen, sich tatsächlich durch das ganze Programm durchzubeißen.

Nach Naturkatastrophen hat man immer wieder die Situation, dass Menschen von jetzt auf gleich all ihrer bisherigen Mittel beraubt worden sind. Sie haben keine gewohnte Umgebung mehr und müssen sich auf einmal neu sortieren, sich dramatisch veränderten Bedingungen anpassen. Dabei ist es ganz normal, wie sich Menschen unterschiedlich verhalten: Es gibt die, die in Agonie verfallen, die, die aggressiv werden, Menschen, die plündern, rauben, ja, auch vor Morden nicht zurückschrecken. Es gibt aber auch die, die schnell anfangen, auch hier die riesige Aufgabe in kleinere Pakete zu teilen, die wieder anfangen, das Land aufzubauen. Mit den Kompetenzen, die wir in unseren Studiengängen bekommen haben, sind wir in der Lage, zwar nicht jede Herausforderung erfolgreich zu meistern, aber wir sind zumindest in der Lage, nicht vor jeder Aufgabe verzweifeln zu müssen. Das sollte uns ein gutes Gefühl geben können. Es kann uns zwar viel passieren, aber nur wenig umwerfen.

### **Umgang mit Unbekanntem**

Und wir haben gelernt, wie wir uns in eine völlig fremde Materie einarbeiten. Keiner von uns ist auf die Welt gekommen und hat all das gewusst, was wir heute wissen. Wir haben gelernt, zu lernen. Wir haben gelernt, Fragen zu stellen und Arbeit zu strukturieren. Wenn uns heute jemand einen Auftrag gäbe, sich ein Konzept für die Bewässerung der Sahara zu überlegen, wir hätten schnell eine Idee, wie sich der Thematik zu nähern. Vor unserem Studium wäre das nicht so einfach gewesen. Wir haben also in unserem Studium gelernt, wie wir ein großes und nicht leicht strukturiertes Thema angehen können, um kleinere Portionen zu machen, die dann leichter abzuarbeiten sind. Dabei haben wir immer die unserem Fach spezifische Brille und Wahrnehmung auf, wie sich an der Aufgabenstellung zeigen lässt.

Um bei dem Beispiel der Sahara zu bleiben, gibt es typisch technisch orientierte Fragestellungen, die dann zu Grundaufgaben führen. Technisch ausgebildete Menschen werden auch eher technische Fragen stellen, so wie zum Beispiel die folgenden:

- Wie viel Wasser wird benötigt?
- Wann wird das Wasser benötigt?
- Welche Qualität soll es haben?

- Wo kommt das Wasser her?
- Wie wird es aufbereitet?
- Wie wird es verteilt?

Und weil wir nette Menschen sind, stellen wir vielleicht auch noch die Frage, wie sinnvoll es ist, wenn wir doch gleichzeitig nur Sand haben, den wir bewässern, also erweitern wir die Aufgabenstellung noch um die Fragen:

- Wie wird das Wasser gespeichert?
- Wie tief ist das Grundwasser?
- Was soll später auf dem Boden wachsen? Denn das kann die Menge des Stoffs definieren, den wir in den Boden bringen müssen.

Und weil wir uns natürlich politisch korrekt verhalten wollen, fragen wir sicher auch noch:

- Ist das Material denn biologisch abbaubar und
- wie schnell geht das, oder mit anderen Worten: Wann muss das Material ersetzt werden?

Das sind alles Fragen, die wir sicher um mehr als ein halbes Dutzend erweitern können, die sich alle um den Themenkreis der Technik drehen. Wir denken vielleicht schon früh über Konzepte für die Wasserverteilung über Rohrleitungen nach und den Energieeintrag, den wir brauchen, um Seewasser zu entsalzen. Wir denken vielleicht an Membranen für die Umkehrosmose oder an andere Formen der Meerwasserentsalzung. Wir denken vielleicht an die Nutzung der Sonne als Energiequelle, um die Energie für die Wasserentsalzung ebenso zu bekommen wie die Energie, um Wasser über weite Strecken zu pumpen. Wir denken vielleicht über die Pflanzen nach, die in einer solchen Umgebung wachsen können, über die Saatgüter, die Düngemittel und den notwendigen Pflanzenschutz. Vielleicht träumen wir noch weiter und sehen vor unserem geistigen Auge die weiten Felder, auf denen sich Soja oder Mais befinden und die der Welt Nahrung bringen.

### **Die Grenzen unserer Ausbildung**

Wir stellen aber andere Fragen zunächst eher nicht, auch wenn die ebenfalls relevant werden könnten, vielleicht sogar noch viel wichtiger sind als die technischen Fragen, die uns so nahe liegen. Wir fragen typischerweise nicht, ob es politisch durchsetzbar ist, die Sahara zu bewässern. Wir fragen uns eher nicht, wie viel Geld wir benötigen, um das zu machen. Wir fragen vielleicht noch nach der Zeit, die verbraucht werden darf oder wird, bis eine Lösung umgesetzt ist. Es könnte ja sein, dass der eine Staat es zwar lustig fände, wenn er auf einmal über eine bewässerte Wüste verfügte, es könnte aber auch sein, dass ein anderer Staat gerade etwas dagegen hat. Es könnte sein, dass wir in die Lebensgrundlagen der

heutigen Bewohner der Sahara eingreifen und die das nicht wollen: Eine Karawane, die auch heute noch durch die Wüste zieht, muss an den Oasen Halt machen. Wenn es nun genug Wasser gäbe, würden die Oasen ihren Status als Rasthof verlieren, vielleicht auch ihre Einnahmequelle. Das muss nicht jeder mögen. Auch würden Nomaden auf einmal zu Farmern. Wollen die das? Gibt es vielleicht Verhaltensmuster bei den Menschen, die dagegen sprechen, sesshaft zu werden? Viele Stämme leben heute noch fern von jeder demokratischen Vorstellung, die wir so haben. Dabei spielen Traditionen und Positionen in einer Rangordnung eine mindestens ebenso wichtige Rolle, wie in unserer Gesellschaft, nur dass wir oftmals die Zeichen nicht wirklich deuten können. Diese Fragen sind nicht unbedingt Teil unserer technischen Ausbildung. Wenn wir viel Glück hatten, dann haben wir vielleicht den ein oder anderen Postdoc erlebt, der aus einem anderen Land kam, wenn wir ganz viel Glück hatten, dann haben wir in einem eher international geprägten Arbeitskreis gearbeitet, in dem sich Russen, Amerikaner, Inder, Chinesen und Araber die Hand gaben. Das wäre dann aber schon viel gewesen, und alle die hätten zumindest den Hang zur Technik als gemeinsame Basis gehabt.

Wir fragen auch nicht zuerst, wie es sich wohl anfühlt, wenn die Wüste nass wird. Gefühle sind ja in unserer Welt nicht so wirklich die vertrauensvolle Grundlage unserer Arbeit, wir haben es lieber etwas handfester. Wie man mit Stammesfürsten auf dem Boden sitzt, ob und wenn ja, welche Gastgeschenke üblich sind, wird auch nicht unsere erste Frage sein. Wie man sich kleidet, um nicht zu beleidigen, werden wir auch erst dann fragen, wenn wir klar falsch angezogen sind und es bemerken. Wie viel Zeit wir wohl brauchen werden, um eine Beziehung aufzubauen, die dann tatsächlich dazu führt, dass wir Erfolg haben können, werden wir eher großzügig ignorieren, denn wir sind ja von unserer technischen Mission überzeugt. Ob wir nun für uns wirklich eklige Sachen essen müssen wie lebende Heuschrecken oder Kamelhoden, werden wir auch nicht gleich bedenken. Wir fragen nicht als Erstes nach der Rechtssicherheit von Verträgen und wie man die vielleicht so gestaltet, dass wir auch unsere Bewässerung verwenden können. Wir fragen vermutlich auch nicht, ob der Brunnen, den wir vielleicht bauen wollen, nicht nur von Menschen, sondern auch von Vieh benutzt wird, das dann durch Koten vielleicht das Wasser so verunreinigt, dass Krankheiten resultieren und die Investition entwertet wird. Wir werden auch nicht als Teil unserer Strategie die Frage haben, was wir machen können, damit dieser Brunnen auch noch in mehreren Jahren benutzbar ist.

Wir fragen auch nicht, ob es religiöse Gründe gibt, die gegen unser Vorhaben sprechen, die Wüste zu bewässern, oder was wir berücksichtigen müssen, damit es keine Gründe gibt, die dagegen sprechen. Wir fragen es deshalb nicht, weil es nicht Teil unserer Ausbildung war. Dabei wird uns beim Lesen klar geworden sein, dass alle diese Fragen ebenfalls ihre Berechtigung haben und wir gut daran tun, die auch alle zu stellen und alle die, die wir noch nicht gestellt haben. Weil sonst das schönste technische Projekt auf einmal an ganz anderer Stelle scheitert.

Unser Vorgehen ist ein ganz normales und typisches Vorgehen für Menschen unserer Ausbildung, die klare Beziehungen herstellen wollen, Abhängigkeiten

erkennen und fachspezifische allgemeine Grundlogiken anwenden. Wir sind aber in unserer Denkrichtung oftmals gefangen und nicht in der Lage, andere Sichtweisen auch nur ansatzweise zu errahnen oder in unser Kalkül einzubeziehen. Wir mögen sogar die Grundlogiken anderer Disziplinen als ausgesprochen lästig, unlogisch oder unerheblich, im schlimmsten Fall kontraproduktiv empfinden. Dabei sind die anderen Fragen auch relevant und können ein Projekt ebenso sicher scheitern lassen wie eine fehlende technische Umsetzbarkeit. Es gibt Beispiele, bei denen gezeigt wird, dass Projekte genau deshalb gescheitert sind, weil Menschen Dinge gemacht haben, die sie nicht hätten machen dürfen, weil Gefühle verletzt wurden, weil Standards nicht eingehalten wurden und weil *gut gemeint* noch lange nicht *gut gemacht* bedeutet.

Als ein Beispiel dazu mag die Inbetriebnahme einer chemischen Produktionsanlage eines amerikanischen Unternehmens in Indien gelten, die gründlich danebenging. Das Unternehmen hatte an fast alles gedacht: Es war mit den lokalen Behörden gesprochen worden, man hatte eine Lösung gefunden, wie investiert wird, das Unternehmen hatte die lokalen Mitarbeiter rekrutiert, man hatte in die Anlage investiert, und es kam der große Tag der Inbetriebnahme. Alle waren da: Vorstände, lokale Politiker, die Mitarbeiter, der zukünftige Leiter der Anlage, die Presse, halt ganz großer Bahnhof. Zur Inbetriebnahme gehört auch eine religiöse Zeremonie und Teil der Zeremonie ist es, dass ein Lämpchen angezündet wird und Räucherstäbchen angezündet werden. Als das geschehen sollte, schritt der Sicherheitsingenieur ein, der das Anzünden des Lämpchens verbot, weil die Lagertanks schon mit leicht entzündlichen Flüssigkeiten gefüllt waren und somit eine theoretische Explosionsgefahr bestand. Also bleibt das Lämpchen aus, es gab keine Räucherstäbchen und am nächsten Tag keine Arbeiter mehr. Da die religiöse Zeremonie gestört war, war auch die Anlage aus der Sicht der Belegschaft nicht in Ordnung und konnte nicht betrieben werden. Erst ein komplettes Abpumpen der Lösungsmittel, eine erneute, dann einwandfreie Eröffnungszeremonie und ein späteres Wiederbefüllen der Tanks erlaubte die erstmalige Inbetriebnahme. Ein früheres Fragen, was bei einer feierlichen Eröffnung so alles dazugehört, hätte es dem Unternehmen leichter gemacht, den Fehler zu vermeiden. Das war sicher eine teure Lerneinheit, aber man muss nun auch die Kollegen in Schutz nehmen: In unserem normalen technischen Berufsbild sind Fragen nach religiöser Kompatibilität eher die Ausnahme.

Vielleicht haben wir jetzt gerade verstanden, dass unsere Logik natürlich gut ist – sonst hätten wir sie ja nicht in unserem Studium gelernt –, dass es aber auch noch weitere Grundlogiken gibt, die andere Disziplinen gelernt haben, die auch ihre Berechtigung haben. Sonst hätten wir im Studium nicht so viel über die anderen lästern können (und die über uns). Und später im Beruf nicht so gute Chancen, die Welt nach vorne zu bringen, wenn wir es schaffen, die Kompetenzen verschiedener Berufe sinnvoll zu verbinden.

## Der Blickwinkel

Aus Kriminalromanen und Filmen kennen wir das Thema schon: Nicht jeder hat das volle Bild und nicht jeder Mensch ist in der Lage, gut und klar nur Gesehenes zu beschreiben. Mit diesem Problem schlagen sich alle Berufe herum, die mit Zeugen zu tun haben. Ermittler, egal ob bei der Polizei, der Staatsanwaltschaft oder von Behörden, Vorgesetzte, Lehrer, Eltern, alle haben die Situation, eine Geschichte, ein Ereignis aus unterschiedlichen Perspektiven beschrieben erzählt zu bekommen und nun ermitteln zu müssen, was denn nun eine objektivierte Wahrheit sein könnte. Heute wissen wir, dass manches Seemannsgarn gar nicht falsch war und dass es tatsächlich Riesenkraken und Riesenwellen gibt. Wir wissen, dass es in der Steinzeit komplizierte Schädeloperationen gab und sogar welche, die die Patienten lange überlebt haben. Wir wissen, dass wir heute Dinge als normal betrachten, die noch vor wenigen Generationen als undenkbar angesehen wurden. Man möchte förmlich den Klatsch hören, als vor rund Hundert Jahren Frau Benz mit der ersten Motordroschke fuhr, wie sich der Ort das Maul zerrissen hat: „Die Arme. Ihr Mann hat eine Fabrik, aber Pferde für die Kutsche können sie sich nicht leisten.“ Selbst der Erfinder des Automobils erlag einem Irrtum, als er den Markt für selbst fahrende Fahrzeuge auf weltweit höchstens eine Million schätzte, schon alleine aus Mangel an geeigneten Fahrern. Egal, wie man nun zu der Frage steht, ob es weltweit tatsächlich nur eine Million geeigneter Autofahrer gibt – wir müssen sicher konstatieren, dass es alleine in Deutschland mehr als vierzig Millionen Autofahrer gibt. Es war für Herrn Benz einfach nicht vorstellbar, dass fast jeder Mensch in der Lage sein könnte, ein Auto zu fahren.

Was immer wir machen – wir interpretieren immer, was wir sehen. Wir können es einfach nicht lassen. Das nutzen auch Illusionisten, wenn sie uns scheinbar verzaubern, Demagogen, wenn sie Völker aufwiegeln, Filmemacher, wenn sie uns Realitäten vorgaukeln, die es nicht gibt. Wir interpretieren immer fleißig in Bilder oder erlebte Situationen hinein, die sich vielleicht ganz anders darstellen, wenn wir einen anderen Blickwinkel auf die Situation haben. Natürlich ist die Erkenntnis nicht wirklich schwer, aber es gibt dennoch immer wieder Situationen, die uns verwundern können, wenn wir den Blickwinkel ändern. Das kann auch passieren, wenn wir uns in einer uns ungewohnten Umgebung aufhalten oder in einem System, das uns begegnet, ohne dass wir die Spielregeln kennen, oder das uns in Unsicherheit hält. Alleine die Erkenntnis, dass es so ist, kann uns helfen, erfolgreicher zu sein als andere. Weil wir uns und unser Wissen damit nicht mehr so absolut nehmen und uns auch nicht mehr so ultimativ ernst nehmen. Auch wenn es schwerfällt. Manchmal mehr, manchmal weniger.

## Und der Schatz, aus dem wir schöpfen können: ein Beispiel

An einem Beispiel, dass vielleicht nahe genug an einer technischen Ausbildung ist, wollen wir einmal den verschiedenen Kompetenzen und damit auch verschiedenen Blickwinkeln nachspüren. Stellen wir uns dazu einfach einmal vor, wir wollen ein



neues Material zur Beschichtung von Oberflächen entwickeln und produzieren, das seine Verwendung in einem medizinisch relevanten Bereich findet, zum Beispiel für Brillen. Wir haben also die ultimative Erfindung einer Brillenbeschichtung, die dafür sorgt, dass Brillen nie wieder beschlagen und kaum noch dreckig werden. Halt so ein richtig gutes Produkt, das danach schreit, hergestellt zu werden. Hier ergeben sich – je nach unserer Ausbildung – unterschiedliche Fragen.

Ein Chemiker wird sich vor allem die Frage nach der Struktur des Zielmoleküls stellen und dann überlegen, wie er von dieser Struktur ausgehend ein Verfahren entwickeln kann, das in ideal wenigen chemischen Syntheseschritten, den so genannten Stufen, mit möglichst hoher Ausbeute und Reinheit das Zielmolekül liefert. Wenn er das Verfahren dann kennt, wird sich der Chemiker zusammen mit Verfahrenstechnikern an den so genannten *scale-up*-Prozess machen, also die Ansätze so vergrößern, dass später einmal große Mengen produziert werden können. In dem gewählten Beispiel steht nun nicht zu befürchten, dass ein solches Produkt tatsächlich mal im Maßstab mehrerer 100 000 Jahrestonnen produziert werden muss, weshalb eine kontinuierliche Verfahrensführung eher nicht infrage kommen wird. Dennoch hat der Chemiker genug Fragen zu beantworten, die er auch mit seinem Analytiker besprechen wird. Neben der reinen Ausbeute sind natürlich auch noch andere Fragen relevant. Das Verfahren soll sicher sein, denn wir wollen unsere Mitarbeiter weder vergiften noch in die Luft jagen. Jedes Verfahren produziert Abfälle, die entweder gereinigt oder entsorgt werden müssen. Daher soll das Verfahren möglichst wenige Abfälle liefern. Das Verfahren soll gute Raum-Zeit-Ausbeuten haben, damit wir das gegebene Reaktorvolumen so gut wie möglich nutzen. Jedes Verfahren muss genehmigt werden, damit es betrieben werden darf. Das geht letztlich nur über genaue Kenntnis der gesetzlichen Regelungen, ebenso wie über die Kenntnis dessen, was das eigene Unternehmen überhaupt produzieren kann und darf. Mitarbeiter wollen geschult werden, Analysenmethoden müssen funktionieren, die Rohstofflieferanten müssen gefunden und zugelassen werden, die Gebinde, in denen an die Kunden geliefert wird, müssen ebenfalls festgelegt werden. Es wird Werkstofffragen geben, denn nicht jede Reaktion kann in Glas oder Stahl laufen und keiner möchte sein Produkt auf dem Boden finden, weil die Apparatur defekt wurde, und, und, und ...

Ein Physiker, der das hergestellte Material dann auf die Brillengläser auftragen soll, wird vielleicht über die Reinheitsvorstellung des Chemikers von 98 % die Nase rümpfen, denn da steckt ja dann noch 2 % Dreck in dem Material, das er bekommt. Dreck, der die Anwendbarkeit einer Oberflächenbehandlung nachhaltig beeinträchtigen kann. Vielleicht hat er kein Verständnis dafür, dass der Chemiker schon stolz ist, wenn er das Material mit dieser Reinheit hibekommt, weil das schon ein ganz guter Reinheitsanspruch sein kann. Können die Kerlchen denn nicht verstehen, dass man nur mit wirklich sauberen Materialien gute Ergebnisse erzielen kann? Vielleicht findet ja der Physiker, dass das Material nicht verwendbar ist und muss mit dem Chemiker sprechen, um ihm verständlich zu machen, dass sein Material so nicht tauglich ist, wobei er nicht sagen kann, wieso es so ist. Beide werden dann versuchen, sich an die Wahrheit heranzutasten, bis sie vielleicht

verstanden haben, dass eine Reinheit von 99,8 % nun doch mindestens sein muss und einige NebenkompONENTEN gar nicht auftauchen dürfen.

Ein Ingenieur wird in den Anlagekomponenten denken, die er bauen muss, um sowohl eine chemische Verbindung herzustellen als auch dann später auf andere Vorprodukte aufzutragen. Auch hier kann es verschiedene Randbedingungen geben, die sinnvoll berücksichtigt werden müssen: Wartungsintervalle sollen möglichst kurz sein, die Anlage sollte haltbar ausgelegt werden. Die Anlagen sollen eine möglichst hohe Verfügbarkeit haben. Die gesetzlichen Vorgaben bezüglich Emissionen und Immissionen wollen ebenso berücksichtigt werden wie auch die verschiedenen Energiezufuhren gesichert werden müssen, wie auch die Einbindung in eine gegebenenfalls vorhandene Infrastruktur. Gleichzeitig sollen die Anlagen auch noch in Jahren gute Dienste leisten, sollen aber auch eine Weiterentwicklung der Technik begleiten. Kurz, so eine Eier legende Wollmilchsau wäre schon ganz gut. Darin sind sich der Chemiker und der Physiker sicher einig.

Derjenige, der die Anlage später betreiben soll, wird auch eine Meinung haben, denn der Produzent hat auch die Aufgabe, nach den gesetzlichen Regelungen zu produzieren. Dazu muss eine Sicherheitsanalyse gemacht werden, um die Schwachstellen der Anlage zu entdecken und – wenn nötig – schon vor dem Bau der Anlage Schwachstellen zu eliminieren. Es müssen Schichtpläne erstellt werden, die Zahl der Mitarbeiter auf jeder Schicht ist ebenso zu definieren wie auch die Versorgung mit Rohstoffen und die Entsorgung von Abfall. Die Produkte wollen geplant, produziert und abgesetzt werden. Es müssen Zeiten für die Instandhaltung eingeplant, MeldekettEn für Störungen installiert werden, die Anbindung an die Logistik muss erfolgen und noch vieles mehr.

Hoffentlich nicht zuletzt kommt der zuständige Produktverantwortliche, der die Brillengläser verkaufen soll, der seinerseits Vorstellungen davon haben kann, wie sich der Brillenkunde seine Brille nicht nur vorstellt, sondern auch, wie viel Geld er bereit ist, dafür auszugeben. Wenn wir hier aber erstmals über Geld sprechen, wird es zu spät sein. Dem Produktmanager wird das chemische Molekül letztlich egal sein, das auf dem Brillenglas ist, ihm wird auch das Verfahren egal sein, mit dem es auf die Brillengläser gebracht wird, er wird auch keine Meinung haben, wie die Anlage aussehen soll, die das alles produziert, aber er wird eine Vorstellung davon haben, was der Markt bereit ist, dafür auszugeben. Und er wird es immer eilig haben, denn der Wettbewerb schläft nicht. Damit also nicht andere schneller sind und man selber nicht zum Zuge kommt, wird dieser Mensch immer in Eile sein. Er wird eine Meinung dazu haben, wie er die staunende Öffentlichkeit davon in Kenntnis setzt, dass nun eine neue Generation an Brillengläsern auf den Markt kommen wird.

Auch die Juristen des Unternehmens werden Vorstellungen haben, welche Risiken das Unternehmen eingeht. Es wird Versicherungen geben, die abgeschlossen werden wollen, vielleicht auch solche gegen Produktionsausfälle. Es wird die Frage kommen, ob das Material giftig ist, vielleicht eine Chemiewaffe, ob es langfristig toxische Effekte gibt und wie man sich dagegen schützt, oder ob es in der Konsequenz zu Exportbeschränkungen führt. Es wollen Verträge geschlossen werden mit Lieferanten und mit Kunden. Es werden Werbematerialien gestaltet werden wollen, die das Produkt anpreisen, aber auch die Wettbewerber informieren. Es wird

Geld benötigt werden, um die Anlagen zu bauen und die Rohstoffe einzukaufen. Bis Geld in die Kasse kommt, wird erstmal Geld ausgegeben werden müssen. Da sind dann die kaufmännischen Abteilungen gefragt. Nicht zuletzt auch die Geschäftsführung, denn irgendjemand wird zu dem ganzen Projekt am Ende seine Zustimmung geben müssen.

### **Endlich ein Kunde**

Kunden werden nicht nur die Brillenträger der Welt sein, sondern auch Augenärzte und Optiker. Kunden werden aber auch vielleicht die Armeen dieser Welt werden, denn es gibt fast nichts, was nicht militärisch interessant wäre: Eine Glühbirne, die nicht mehr kaputt geht, wäre ideal geeignet für Panzer oder andere Fahrzeuge, die oft starken Erschütterungen ausgesetzt sind. Eine Brille, die nicht mehr beschlägt, nicht mehr verkratzt, nicht mehr reflektiert, nicht mehr kaputtgehen kann oder andere neue Eigenschaften hat, ist ideal für den harten Einsatz im Gelände geeignet und somit wiederum von militärischem Interesse. Man sollte sich schon früh von der Vorstellung lösen, dass es Produkte geben könnte, die nicht militärisch interessant sind. Man kann vielleicht nicht mit jedem Produkt einen Menschen umbringen, aber selbst Spielzeug kann militärische Verwendung finden und hat es schon gefunden.

Kunden sind aber auch die Menschen, die unsere Löhne und Gehälter bezahlen. Selbst bei den Unternehmen, die Geldscheine drucken, darf es nicht zur Selbstbedienung kommen. Bitte verabschieden Sie sich gleich am Beginn Ihres Berufslebens von der Vorstellung, Kunden seien die unwichtigsten Menschen der Welt – sie sind es nicht. Durch ihre Kaufbereitschaft tragen sie dazu bei, dass Unternehmen Produkte herstellen und verkaufen können. Auch der öffentliche Dienst oder Beamte leben davon, dass es Unternehmen gibt, die in der Lage sind, Steuern zu zahlen. Und Unternehmen können nur dann Steuern zahlen, wenn sie Gewinne erwirtschaften. Die wiederum können nur dann abgeführt werden, wenn Kunden die Produkte kaufen und gerne kaufen. Das gilt auch für dieses Buch. Der Verlag hat mit einer bestimmten Auflage kalkuliert und ist davon ausgegangen, dass dieses Buch in einer bestimmten Zeit eine bestimmte Menge Käufer finden wird. Nur wenn die Annahme auch Realität wird, wird der Verlag es sich leisten können, andere Bücher herauszubringen. Damit entscheiden die Leser darüber, ob dieses Buch gelungen ist oder nicht. Wird es gekauft, kann der Verlag letztlich die Gehälter der Verlagsmitarbeiter zahlen. Verkauft es sich nicht, kann es sein, dass der Verlag nicht mehr lange lebt. Damit muss auch bei einem Buch wie diesem das Thema des Kunden, also des Lesers, ganz von Anfang an im Vordergrund stehen.

Diese kleinen Beispiele von der Brillenchemikalie und diesem Buch haben hoffentlich schon gezeigt, wie viele verschiedene Disziplinen miteinander sprechen müssen, um zu einem nachhaltigen Erfolg zu kommen. In unserem nun wirklich nicht sehr komplexen Beispiel der Brillenbeschichtung sind es schon: Chemiker, Physiker, Biologen, Mediziner, Ingenieure, vielleicht Werkstoffwissen-

schaftler, sicher Kaufleute, Logistiker und Juristen. In Funktionen ausgedrückt werden Forscher, Entwickler, Einkäufer für Chemie und Technik, Entsorger, Anlagenplaner, Sicherheitsfachkräfte, Absolventen verschiedener Ingenieursdisziplinen wie Hoch- und Tiefbau, Anlagenbau, Mess- und Regeltechnik, EDV, Logistiker, Marketiers, Auftragsabwickler, Absatzplaner, Vertragsgestalter, Risikomanager, Buchhalter, Controller und Entscheider benötigt, um das Unternehmen zu repräsentieren. Dazu kommen noch Mediziner und Biologen für die Funktionalität, Materialwissenschaftler für die Produktsicherheit, Tester, Distributoren und, und, und ...

... und am Ende wir alle – als potenzielle Kunden.

Ein Beispiel kann uns verdeutlichen, was passieren kann, wenn ein neues Produkt nicht ideal entwickelt wird. Nehmen wir Zeolithe. Das sind anorganische Materialien, die den Charme haben, unglaublich viele Hohlräume in Relation zu dem Volumen zu haben, das sie in Anspruch nehmen. Damit bieten sich die Materialien als Katalysatoren ebenso an wie als Adsorbentien. Es gibt Zeolithe, die eine so geringe spezifische Dichte haben, dass ein Kind locker einen Sack von hundert Liter Volumen heben kann. Es gab einmal die Idee, man könne mit evakuierten Zeolithen ja auch ideal isolieren. Klar. Ein Material, das sich dadurch auszeichnet, dass es mehr Hohlräume als Material hat, sollte evakuiert dort einen idealen Einsatzbereich haben, wo man den Wärmefluss gerne verringern möchte, wie bei einer Thermosflasche. Also gab es die Überlegung, dass sich doch Kühlschränke und Eistruhen ideal eignen sollten, um eine solche neue Technologie einzusetzen. Gesagt, gemacht. Viele Entwicklungsstunden später gab es Prototypen. Parallel dazu hatte man mit Herstellern von Kühlgeräten gesprochen, die die Idee auch schick fanden, ein neuartiges Wärmeflusskonzept in den Kühlgeräten zu haben. Als dann die Prototypen vorlagen, machten sie das, was man erwarten konnte, sie funktionierten. Dann wurde erstmals über den Preis gesprochen, der so prohibitiv hoch war, dass wir noch heute den Einsatz der neuen Technologie vermissen – aber auch nicht den doppelten Preis für die Kühlung unserer Vorräte zahlen müssen im Vergleich zum heutigen. Wir können also auch lernen, dass man nicht früh genug über Geld sprechen kann, um teure Fehlentwicklungen zu vermeiden. Wir brauchen deshalb schon ganz früh in einem Projekt alle Kompetenzen an einem Tisch und sollten uns auch nicht scheuen, die zu fragen, die einen Beitrag leisten können.

Alle diese Ausbildungen, alle diese Funktionen wollen und müssen miteinander sprechen, miteinander arbeiten, miteinander Dinge nach vorne entwickeln. Und nur, wenn alle diese Funktionen das auch schaffen, dann können wir Erfolg haben. Wenn sich irgendwo Kommunikationspannen einschleichen, sich ein falsches Verständnis einnistet, dann werden sich Entwicklungen verzögern oder Geld in die ganz falsche Richtung gelenkt. Dabei ist es nicht einfach und fordert täglich neue Anstrengung, erfolgreich zu sein.