

Kapitel 1

Das Blatt

Der Schnee knirschte unter seinen Schuhen. Er mühte sich mit dem Gehen ab, duckte sich im Schneegestöber und setzte immer einen Fuß vor den anderen. Bis zur Strudelhofstiege ging es einigermaßen. Aber die war natürlich wie immer nicht geräumt, und der Schnee war hier tief. Dann die Stiegen hinauf, vorbei an dem ausgetrockneten Brunnen; und oben angelangt Richtung Schule. Er passierte eine schöne, friedlich daliegende Gründerzeitvilla, die jetzt vom Neuschnee überzuckert war. Sein Lehrer behauptete, vor etwa hundert Jahren wäre hier ein geheimes Ultimatum verfasst worden, mit dem der erste Weltkrieg begonnen hatte. Die Villa gehörte längst der Gewerkschaft, nachdem vorher ein paar Ölscheichs darin gewohnt hatten.

Alexander hielt nun vor der Kreuzung zur Boltzmanngasse. Rechts im Hintergrund patrouillierten zwei eingemummte und schwer bewaffnete Polizisten auf dem Straßenstück vor der amerikanischen Botschaft. Riesige aufgeklappte metallene Prellböcke verhinderten die Durchfahrt. Seitdem die Straße aus Angst vor Terroristen komplett gesperrt worden war, gab es hier keinen Verkehr mehr. Er sah sich nochmals um, überquerte die Straße und hüpfte dann über den Schneehaufen, der auf der anderen Seite aufgetürmt war. Verdammt! - Der Haufen war größer als er gedacht hatte; und er versank mit den Schuhen komplett im Tiefschnee. Schnell zog er sie wieder heraus, aber der Schnee klebte schon an der Hose und begann sich langsam aufzulösen und ins Innere seiner Schuhe zu rinnen. Es wurde Zeit, dass er in die Schule kam!

Der Gebäudeblock, der ihn noch von der Schule trennte, wurde ausgefüllt von einem grauen, eher unauffälligen älteren Haus. In der Mitte war eine mittelgroße Eingangstüre, an deren Flanken oben zwei Stangen weg hingen. Meistens wehten dort Fahnen an denselben Tagen wie in seiner Schule. Sein Vater fiel ihm ein, der bei solchen Gelegenheiten immer ein Gedicht von Jandl zitierte und dabei grinste: „*rot/ich weiß/rot*“. Alexander wusste wirklich nicht, was es dabei zu grinsen gab! Manchmal war auch eine schwarze Fahne aufgehängt. Zu bestimmten Zeiten standen ganze Trauben von jungen Menschen um den Eingang und lachten und tratschten miteinander. Wann genau das passierte, konnte er nicht sagen; aber eher im Herbst und Frühjahr. Im Sommer und Winter betrat kaum jemand das Gebäude, das viel größer war als seine Schule. Es machte einen eher leeren, beinahe verlassenem Eindruck. Eigentlich schade; vielleicht könnte man dort Fangen spielen oder im Hof Fußball? In letzter Zeit sah man auch öfter Übertragungswagen der lokalen Rundfunkanstalt davor stehen und Kabelstränge, die wie Riesenschlangen irgendwohin ins Haus gingen.

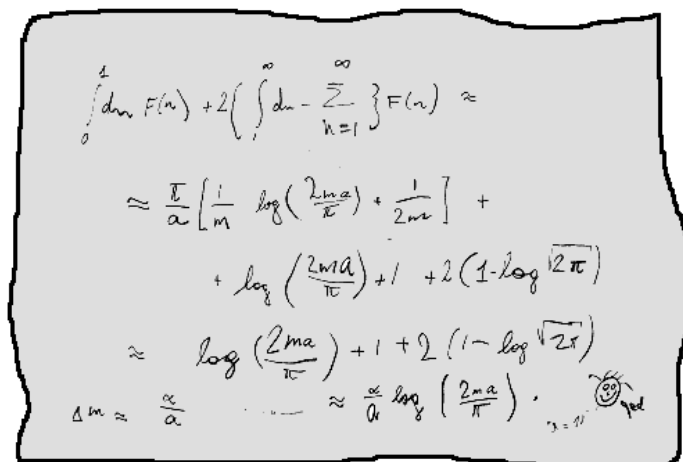
Er war gerade in der Mitte des Blocks angelangt und mühte sich durch den braunen Matsch, zu dem dort der Schnee verkommen war, da sah er ein einzelnes

Papierblatt langsam von ziemlich weit oben heruntertänzeln. Das Blatt wippte auf seiner Reise hin und her und wurde von Schneeflocken getroffen, bis es unten mitten im Matsch aufklatschte.

Von oben hörte er ein lautes „Yippiiii!“, und als er den Kopf hob und angestrengt nach oben starrte, sah er ein Büschel schwarzer Haare und einen dazugehörigen Kopf, der aus einem Fenster der oberen Stockwerke hinausragte. Da spähte jemand hinunter! Alexander blinzelte, weil ihm immer wieder Schneeflocken ins Auge fielen, war aber neugierig und wollte wissen, wer hier gerufen hatte.

Der Mann, zu dem das Gesicht gehörte, reckte sich noch mehr heraus und rief nun von oben zu ihm hinunter: „Das Blatt! Hast du das Blatt irgendwo gesehen? Ich brauche es unbedingt! Den Zettel!“

Alexander ging auf den Zettel zu und betrachtete ihn neugierig, ohne ihn aufzuheben. Es war ein ganz normales Blatt Papier, zu zwei Drittel mit der Hand beschrieben, welches immer nasser wurde. Die Schrift war aber noch zu erkennen, weil es Bleistift war. Er hob das Blatt vorsichtig auf und betrachtete es aus der Nähe. Es war ein eher schlechtes Papier, das nun schwer war, weil es sich mit Wasser voll gesogen hatte. An den Rändern bog es sich und hing schlaff herab. Bis auf einige Kreiszeichnungen, Zahlen und ein gewelltes „Ist-gleich“-Zeichen konnte er es aber nicht entziffern. Es sah aus wie eine andere Schrift, die er noch nie gesehen hatte. Ganz unten rechts konnte man einen runden Smiley mit einem riesig grinsenden Mund erkennen. Kurz danach standen die Buchstaben *qed*.



$$\begin{aligned}
 & \int_0^1 dx F(x) + 2 \left(\int_1^\infty dx - \sum_{k=1}^\infty \right) F(x) \approx \\
 & \approx \frac{1}{\alpha} \left[\frac{1}{m} \log \left(\frac{2ma}{\pi} \right) + \frac{1}{2m} \right] + \\
 & \quad + \log \left(\frac{2ma}{\pi} \right) + 1 + 2(1 - \log \sqrt{2\pi}) \\
 & \approx \log \left(\frac{2ma}{\pi} \right) + 1 + 2(1 - \log \sqrt{2\pi}) \\
 & \Delta m \approx \frac{\alpha}{\alpha} \dots \approx \frac{\alpha}{\alpha} \log \left(\frac{2ma}{\pi} \right) \cdot \text{☺} \text{qed}
 \end{aligned}$$

Als er so dastand, hörte er von oben herab rufen: „Warte, ich komme nach unten und hole es mir!“ Er stand noch immer unschlüssig mit dem Zettel da, da sah er nach einer kurzen Weile das Tor aufgehen. Heraus trat die etwas hagere große Gestalt eines älteren Mannes. Bekleidet war dieser mit einem weißen Labormantel

und dicken Filzpantoffeln, die sich gleich mit Wasser voll sogen. Er hatte verschiedenfarbige Socken an: einen blauen und einen braunen. Ziemlich schlampig, dieser Typ, dachte sich Alexander, oder war das etwa Absicht? Der Mann trat auf ihn zu und nahm ihm den Zettel vorsichtig aus den Händen, wobei er darauf achtete, dass dieser nicht einriss. Gleichzeitig schienen die Augen des Mannes an den Zeichen am Zettel zu haften, so als wolle er prüfen, ob noch alles da war und nicht von Alexander unterschlagen. Dann sagte er: „Danke“, drehte sich um und wollte zurückgehen.



Alexander war zuerst zu verblüfft, um etwas zu sagen, doch dann packte ihn die Neugier: „Warte, was ist denn das?“ rief er. Der Mann drehte sich um, blickte ihn überrascht an und entgegnete dann: „Das ist ein Beweis, Formeln.“ Und nach einer Pause fragte er: „Weißt du was das ist, ein Beweis?“

Plötzlich zog er aus seiner Manteltasche einen Bleistift, legte das nasse Papierblatt auf eines seiner Beine und begann wie wild darauf herumzukritzeln. Das ging nicht gut: Sofort riss das Papier ein. Alexander schüttelte den Kopf. Er hatte es ja schon immer gewusst: In diesem Gebäude lebten merkwürdige Leute!

Ein paar Sekunden später wandte sich die Gestalt im weißen Mantel und dem verschiedenen Paar Socken wieder zu ihm und schien ihn nun genauer zu mustern. Es war gerade so, als würde der Mann ihn erst jetzt richtig wahrnehmen. Dann sagte er: „Also, ich heiße Strick, Gordon Strick. Und ich bin Physiker, weißt du. Und das sind die Formeln zu meiner neuen Arbeit.“ Er klopfte mit dem Finger auf den nassen Zettel.

Alexander musste einen ziemlich verwirrten Eindruck gemacht haben, denn der Mann zuckte mit den Achseln und sagte: „Die Physik möchte die Natur erklären.“ Als er Alexanders verdutztes Gesicht bemerkte, fuhr er fort: „Sie beschäftigt sich mit den Eigenschaften aller Dinge, mit ihren Veränderungen, und auch mit den Wechselwirkungen der Dinge untereinander. Also mit Energie, Temperatur und Farbe, dem Aufbau der Welt im Großen wie im Kleinen!“

Dabei machte er einen ziemlich hilflosen Eindruck, so als könnte er nicht mehr. Anscheinend waren Erklärungen nicht seine Stärke. Außerdem trieften seine Filzpantoffel schon vor Nässe. Das sah Alexander, als er darauf starrte. Plötzlich wurde das auch Strick bewusst, denn er schlurfte zum Eingang. Als er das Tor öffnete, rief er Alexander noch zu: „Komm' mich doch mal besuchen. Ich bin im

vierten Stock!“ Er lachte zum Abschied, wedelte dabei mit dem Papierblatt, und das Tor fiel zu.

Alexander seufzte beinahe erleichtert und trabte nun die letzten Schritte zu seiner Schule. Dort angekommen, vergaß er bald, was sich in der Früh ereignet hatte.

Es gab knifflige Probleme zu lösen, denn der Lehrer bereitete die Klasse auf die Rechen-Schularbeit vor: *Du gehst mit deiner Schwester zum Markt und kaufst zwei Kilo Äpfel zu zweieinhalb Euro das Kilo, und ein halbes Kilo Bohnen zu acht Euro das Kilo. Deine Mutter hat dir zwölf Euro mitgegeben. Das übrig gebliebene Geld darfst du in die Hälfte teilen und damit jeweils ein Eis kaufen. Wie teuer darf das Eis sein?*

Alexander knobelte etwas herum und versuchte im Kopf das Ergebnis zu finden. Als das nichts half, versuchte er, die Zwischenrechnungen zu notieren und erhielt so das Ergebnis: eineinhalb Euro! Er war zwar nicht der erste in der Klasse, der ein Ergebnis hatte, aber der erste, der das richtige Ergebnis hatte. Sein Freund Günther schrie meistens irgendeine Zahl heraus, ohne überhaupt etwas zu rechnen. Ein Eis kostete nun mal zwischen einem halben und zwei Euros, und wenn man Glück hatte, konnte man das Ergebnis erraten. Diesmal hatte Günther Pech: Er hatte auf zwei Euro getippt. Oft hatte seine Taktik aber auch Erfolg. Günther grinste Alexander zu und begann nun auch zu rechnen. Er wollte einmal Bankdirektor werden oder Börsenhai, wie er sich ausdrückte.

Kapitel 2

Professor Gordon Stricks Institut

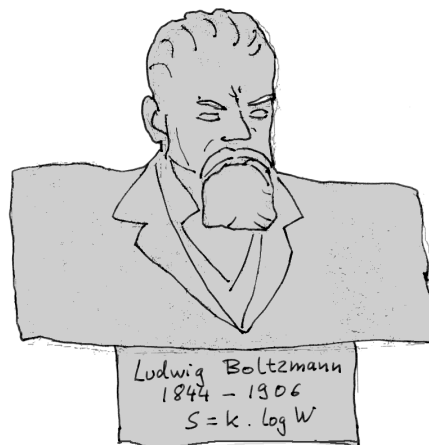
Am Nachmittag, auf dem Nachhauseweg, kam Alexander wieder an dem grauen Gebäude vorbei. Jemand hatte die Tür aufgeklemt, und es kamen immer wieder ältere Jugendliche herausgeflitzt, blinzelten in die blasse Nachmittagssonne und taten so, als wären sie froh, endlich hinauszukommen und müssten noch schnell den Tag nutzen. Unschlüssig blieb Alexander stehen. Sollte er hineingehen? Ein Böser war dieser Herr Seil oder Strick oder wie immer er hieß wahrscheinlich nicht. Aber ob der sich an ihn erinnerte? Schließlich überwog die Neugierde. Alexander gab sich einen Ruck und betrat das Haus.

Auf eine mittelhohe Eingangstreppe folgten weitere Schwingtüren. Durch deren geschliffene Glasscheiben konnte man einen Cola-Automaten erkennen, der in einem ziemlich düsteren Gang stand. Am Ende befand sich wieder ein breiter Treppenaufgang, der heller erleuchtet war. Alexander durchquerte schnell den Gang und stieg die Treppen hinauf. Überall an den Wänden waren Anschlagtafeln angebracht auf denen wichtige Mitteilungen zu hängen schienen. Daneben, darüber und darunter war die Mauer mit zahlreichen Zetteln und Plakaten zugestrichelt. Das Getümmel lichtete sich, je weiter er nach oben stieg.

Im ersten Stock las er *I. Physikalisches Institut*. Die Schrift war in Goldlettern über Flügeltüren angebracht. Im nächsten Stockwerk stand dort *II.*

Physikalisches Institut. Das zweite *I* war anscheinend schon lange abgefallen. Stattdessen befand sich nur ein mit einem kleinen Filzstift nachgezogener schmiereriger blauer Buchstabe dort. Je höher er ging, umso heller wurde die Stiege. Er begegnete noch einigen Jugendlichen, die sich teilweise angeregt unterhielten, und einem Pärchen. Die beiden gingen Hand in Hand die Stufen hinunter und blickten einander verzückt in die Augen. Da sie ihn nicht sahen, musste er ausweichen.

Plötzlich stand er vor der Statue eines außerordentlich ehrwürdig dreinblickenden Mannes mit dichtem Bart, der etwas grimmig lächelte. Die Büste endete am Brustansatz. Darunter stand in großen Buchstaben in den Stein gemeißelt: *Ludwig Boltzmann, 1844-1906*. Noch weiter unten standen die Zeichen: $S = k \cdot \log W$.



Alexander wusste nicht, was er davon halten sollte. Manchmal sah es hier aus wie in seiner Schule, manchmal wie in einer Kirche! Er ließ die streng dreinblickende Büste hinter sich und erklimmte die letzten Stufen zum vierten Stock. Dort stand groß über der Flügeltür geschrieben *Zentralbibliothek für Physik in Wien*. Die eine untere Scheibe der Schwingtür war mit Kakao bespritzt, der längst eingetrocknet war. Dahinter befand sich ein langer, menschenleerer Gang.

Ein mulmiges Gefühl beschlich ihn. Wahrscheinlich wäre es besser, jetzt einfach wieder umzukehren und sich zu Hause vor den Computer zu hocken! Irgendetwas hielt ihn aber davon ab. Er betrat den Gang, wandte sich nach rechts und befand sich gleich darauf vor einer weiteren großen Flügeltür, die den Bibliothekseingang markierte. Schüchtern klopfte er zweimal an die Türe. Dahinter erschallte sofort ein lautes „Herein!“ Als er nicht gleich reagierte, ging die Türe auf. Das gutmütige Gesicht eines Bibliothekars kam zum Vorschein. Der Bibliothekar schien verblüfft zu sein. Er hatte es wohl selten mit so jungen Lesern wie Alexander zu tun. Nach einer kleinen Pause meinte er dann aber: „Servus,

was suchst du denn hier? Können wir dir helfen?“ Der Bibliothekar schubste ihn sanft ins nächste Zimmer, wo überall Stapel von Büchern herumlagen, von denen einige umzukippen drohten. Die Wände waren voll mit Regalen, in denen ebenfalls Bücher standen. Einige wenige Personen nestelten im Hintergrund an Katalogen herum oder schlugen dicke Wälzer auf und zu. Große Bildschirme flimmerten dort ebenfalls. Gleich beim Eingang sah Alexander auch ein Regal mit Computemedien. Ein erster hoffnungsvoller Blick war aber ergebnislos. Offensichtlich war kein interessantes Spiel darunter, oder alle Computerspiele waren bereits ausgeborgt.

Er blickte zum Bibliothekar: „Ich suche einen Herrn Strick oder so. Kennen sie ihn?“ Der Bibliothekar begriff sofort: „Ja, natürlich, Herr Professor Strick. Der hat sein Zimmer ganz in der Nähe am anderen Gangende.“ Dann fügte er noch hinzu: „Er hat sogar einen direkten Zugang zur Bibliothek von seinem Zimmer! Aber du gehst hier am besten wieder hinaus und geradeaus, bis du direkt davor stehst.“

Alexander stammelte ein Dankeschön, ließ seinen Blick noch einmal herumschweifen und verließ die Bibliothek. Am anderen Gangende angelangt, klopfte er wieder an die Tür. Doch niemand rührte sich. Er klopfte lauter. Wieder nichts. Noch lauter. Noch immer war kein Laut von der anderen Seite zu hören. Beherzt drückte er die Türklinke. Die Tür war nicht versperrt. Alexander überlegte nicht lange und trat ein. Schließlich hatte ihn dieser Strick doch eingeladen! Oder?

An diesem Gangende gab es nur einen kleinen Korridor, der rechts zu einem Zimmer mit Schreibtisch und Holztheke führte. *Sekretariat. Emma Notnagel. Bitte läuten* stand auf dem Türschild. Auch diese Tür stand offen, obwohl sich niemand im Zimmer befand. Das Zimmer führte rechts wieder in ein weiteres Zimmer, das ziemlich unaufgeräumt aussah. Überall lagen Papierblätter und Stapel von Fotokopien und Computerausdrucken herum. Selbst das alte Sofa, das an einer Wand stand, war fast mit zerfledderten Papierstapeln und Büchern zugewachsen. Auf den Regalen befanden sich Zettel, Bücher und Ordner, die sich alle nur mit einiger Mühe auf ihrem Platz hielten und jeden Moment herunterzufallen drohten. Gleich neben dem Sofa stand eine ganz alte, riesige Standuhr, deren Mechanik man teilweise durch das verglaste Gehäuse sehen konnte. Die Uhr war größer als Alexander und verlieh dem Zimmer einen majestätischen Glanz.

Alexander ging vom Sekretariat auf dieses Zimmer zu und spähte hinein. Hinter einem ausladenden Schreibtisch am Fenster, der ebenfalls völlig mit Papier bedeckt war, konnte er eine Gestalt erkennen. Auf dem Schreibtisch stand ein riesiger Computerbildschirm. Es war gerade ein Mailprogramm geöffnet. Ein anderes Fenster enthielt ein Ballerspiel. Eine Raumschiffbesatzung versuchte

darauf, meistens vergeblich, Meteoritenschauer abzuschießen, die auf die Erdoberfläche trafen, dass es nur so wegspritzte.

Dann erkannte er die Gestalt wieder. Es war Strick, der am Schreibtisch kauerte und sich über ein beschriebenes Papierblatt beugte. Er hatte Sorgenfalten auf der Stirne und lutschte an einem Bleistift. Alexander bemerkte, dass das Papierblatt, das er in der Früh aufgehoben hatte, im Papierkorb lag. Da entdeckte ihn auch Strick, wie er am Zimmereingang stand und hereinstarrte. Zuerst sah er verblüfft auf seinen Besucher, doch gleich darauf schien er ihn zu erkennen. „Ach ja, du bist doch der Junge von heute Vormittag. Komm nur herein!“ Mit einer einladenden Handbewegung setzte er sich in seinem Sessel auf und lächelte Alexander an. „Gehst du hier in der Nähe in die Schule?“, fragte Strick, und als Alexander bejahte, bemerkte er: „Komisch, ist mir nie aufgefallen, dass es hier in der Nähe eine Schule gibt.“

Er stand nun auf und schob alle Zettel, die auf einem polsterbezogenen Sessel vor der Sitzbank lagen, zusammen und legte den so entstandenen Stapel auf die Bank. Dasselbe machte er mit einem anderen Sessel. Er selbst und Alexander setzten sich nun hinein. Nach einer kurzen Weile, in der sie sich gegenüber saßen und anschauten, fragte Strick: „Was lernt man denn heute in der Schule? Die Grundrechnungsarten? Kannst du schon differenzieren und integrieren?“

Alexander schaute ihn etwas verdutzt an, dann kramte er in seiner Schultasche herum und zog schließlich den Zettel seiner Rechen-Hausaufgaben heraus. Strick besah sich die Beispiele und meinte dann: „Aha, lass mich mal rechnen!“ Er rollte die Augen leicht zusammen, sodass er zu schielen schien. „Dreißig“, stieß er plötzlich hervor. Ungläubig starrte Alexander ihn an: Der Professor irrte sich! Das wusste er genau, denn dieses Beispiel hatte er bereits in der Pause vor dem Mittagessen gerechnet.

Strick schien seine Verwirrung zu bemerken: „Warte mal.“ Dann begann er das Beispiel noch einmal durchzurechnen, indem er sich wie wild Notizen auf einem der herumliegenden Blätter machte. Nach einiger Zeit murmelte er sichtlich verlegen: „Achtundzwanzig.“ Als Alexander nickte, seufzte er erleichtert: „Nun, Rechnen war noch nie meine Stärke!“

Kapitel 3

Von Verschiebeloks und Sternenschiffen

Strick musste ziemlich verspielt sein. Alexander erkannte erst jetzt, dass die Sitzbank von den Schienen einer ziemlich großen Spielzeugeisenbahn umrundet wurde. Den Zug selbst konnte er nicht sehen, vermutlich verbarg sich die Garnitur zwischen Bank und Wand. Auch Strick schaute auf die Schienen und lächelte.

„Die hat mir ein Kollege geschenkt, bevor er ins Ausland ging. Er hat sie ein paar mal für ein Experiment gebraucht, um Proben in einen Teilchenstrahl zu fahren. Er hat die Proben auf diesen Güterwaggon da gesetzt“, mit diesen Worten drehte er das Rad eines kleinen Transformators, der neben den Schienen lag. Wie Alexander vermutet hatte, zischte nun mit einiger Geschwindigkeit eine ziemlich große rote Plastikverschiebelok mit flachem Anhänger hinter der Bank hervor. Genau so ein Modell hatte sich Alexander zum vorigen Geburtstag gewünscht! Er war aber von seinen Eltern auf nächste Weihnachten vertröstet worden. Auf dem Anhänger der Lok lag ein Stück Glas. Es hatte die Form eines Würfels mit schön geschliffenen Oberflächen. Strick stoppte den Zug, nahm das Glas vom Anhänger und überreichte es Alexander. Dieser wusste nicht sofort, was er damit anfangen sollte. Er blickte hindurch, aber da sah er nur das Zimmer etwas verdreht.

„Drehe es nur und schau dabei durch!“, forderte Strick ihn auf. Alexander hatte noch immer nicht recht verstanden. Er drehte den kleinen Glaswürfel und sah nur, wie sich das Zimmer mitdrehte, bis es wieder genauso aussah wie vorher. „Na, fällt dir nichts auf?“, fragte Strick. Nach einigen weiteren Versuchen bemerkte es Alexander: Wenn er den Würfel einmal rundherum drehte und dabei durchsah, dann drehte sich das Zimmer zweimal! Das funktionierte aber nur bei zwei Würfelseiten. Er probierte es noch ein paar Mal, immer mit demselben Ergebnis. Als Strick seine Verblüffung bemerkte, grinste er: „Fast wie Zauberei, findest du nicht?“

„Kannst du etwa zaubern?“, fragte Alexander erstaunt. Strick blickte bei dieser Frage verstohlen auf ein Regal, in dem einige Bücher über Zauberkünste standen. Sie hatten einen zumeist schwarzen Einband. Außerdem befanden sich dort auch die gesammelten Harry Potter-Romane sowie alte Ausgaben von Sherlock Holmes, wie Alexander beim näheren Hinsehen bemerkte.

„Na ja, mit der Zauberei ist das so eine Sache“, seufzte Strick dann und kratzte sich dabei den Kopf, „was Zauberei ist und was nicht, das hängt sehr davon ab, was man gerade dafür hält. Und was man gerade glaubt, erklären zu können. Und sogar davon, was man als gültige Erklärung akzeptiert!“ Als ihn Alexander etwas ungläubig anschaute, stand er auf und ging zur Tür. Dort blieb er stehen und betätigte den Lichtschalter ein paar Mal. Das Licht ging an und aus, so wie er es mit dem Schalter ein- und wieder ausschaltete.



„Früher einmal hätten die Menschen weiß Gott was geglaubt, wenn sie es beliebig

hell- und dunkel hätten werden lassen können. Womöglich hätten sie mich für einen mächtigen Zauberer oder Hexenmeister gehalten.“ Strick kicherte bei dieser Vorstellung, die ihm offensichtlich Spaß machte. „Aber für dich ist das etwas ganz Selbstverständliches. Du zauberst das Licht sogar selbst jeden Abend herbei.“

Er ließ das Licht angeschaltet und setzte sich nun wieder. „Also, wenn du mir sagst, was ein Zauber ist, dann kann ich dir sagen, ob ich ein Zauberer bin.“ Nachdem Alexander ratlos schwieg, fügte er hinzu: „Na, in gewisser Weise bin ich ein Zauberer. Denn ich versuche mir auszudenken, was wäre, wenn man dieses oder jenes täte. Je überraschender dann die Wirkung, umso besser. Und dann probieren es die Leute vielleicht aus. Ganz wichtig ist die Wiederholbarkeit (eines Experiments). Etwas, das man nicht wiederholen kann, hat man nicht verstanden. Meistens funktioniert es aber gar nicht“, gab er kleinlaut zu und schaute enttäuscht auf einen Mistkübel, der neben ihm stand. „Aber oft lernt man aber von einem missglückten Versuch mehr, als wenn er geklappt hätte!“ munterte er sich sogleich wieder auf.

„Warum machst du das alles?“, fragte Alexander. Strick schaute ihn lange an und schien abzuwägen, ob er Alexander die Wahrheit sagen sollte oder nicht. Dann antwortete er: „Du meinst, warum ich Physik studiert habe und dann Physiker geworden bin? Theoretischer Physiker? Nun, das ist ziemlich einfach gesagt: Weil ich zu den Sternen reisen will!“

„Zu den Sternen?“, fragte Alexander etwas verdutzt. Damit hatte er nicht gerechnet. „Ja, zu den Sternen!“, erwiderte Strick, „per aspera ad astra, wie die Alten sagten, durchs Raue zu den Sternen. Das heißt, ich persönlich will natürlich nicht dorthin. Was mache ich denn dort? Nein danke. Da gehe ich lieber in die Berge oder in den Wald. Aber ich wollte schon immer eine Antriebsform entdecken, die der Menschheit die Möglichkeit eröffnet, zu den Sternen zu reisen, eine Art Tor. Du steigst rein und kommst am anderen Ende der Galaxis wieder raus - ein Sternentor sozusagen. So etwas wie Frühstück daheim, Mittagessen in der Nähe des Orion, dann zum Abendessen wieder nach Hause. Oder eine Rakete, die schneller als das Licht fliegt...“

„Aber das geht doch nicht“, gab Alexander zu bedenken, „keiner kann schneller als das Licht fliegen. Und selbst wenn man sehr schnell fliegt, dann altern die Zurückgebliebenen rasch.“ Besonders bei der letzten Bemerkung Alexanders hatte sich Stricks Miene verfinstert. Mit stechenden, zusammengekniffenen Augen musterte er Alexander, beinahe so, als ob er der Abgesandte einer feindlichen Macht wäre, und fuhr ihn an: „Bist du dir da so sicher? Wer hat dir denn das beigebracht?“

Alexander war erschrocken. So hatte er es doch nicht gemeint. Er hatte nur öfters seinen Papa darüber reden gehört. Der las oft Bücher, die davon handelten.

„Mein Papa hat es mir erzählt.“ „Was hat dein Papa dir erzählt? Und woher weiß dein Papa das denn so genau?“ „kam es nochmals ziemlich scharf von Strick zurück, der sich nun in seinen Sessel verschanzt hatte und dasaß wie ein sprungbereites Tier, „Liest er auch alle diese neuzeitlichen Märchen, die einige Leute heutzutage verfassen? Zum Beispiel, was in den ersten drei Minuten des Universums passiert ist? Und eine kurze Geschichte der Zeit? Oder die endgültige Theorie von allem und jedem? Oder andere Spinnereien? Glaube mir: alles Märchen, Hirngespinnste und Aberglaube! Wir sind erst am Anfang. Ganz am Anfang!“

Nun war er aufgesprungen und ging mit großen Gebärden im Zimmer herum, so als würde er auf einer Bühne stehen und ihm Hunderte Leute gespannt zuhören. „Das Publikum findet sich nicht ab damit, dass wir noch so wenig wissen und braucht das Happy End zu seiner Lebenszeit! Das füllt die Kassen der Verleger und der lieben Kollegen, die sowas schreiben. Die Leute haben zu jeder denkbaren Zeit geglaubt, bereits alles zu wissen, um darüber schwafeln zu können. Und nachher hat sich immer herausgestellt, dass sie nichts gewusst haben, nichts! Dies ist ein offenes Universum und wir wissen noch sehr wenig darüber, sehr, sehr wenig.

Schon die alten Griechen haben über einiges nachgedacht, vor dreitausend Jahren, in Kleinasien und auf Sizilien, an den Küsten des Mittelmeeres. Einige von ihnen sind ziemlich gut gewesen in ihren Vermutungen, ziemlich gut. Aber sie haben keine Beweise gehabt, und man hat ihnen nichts geglaubt. Und wir hier in Europa haben den heutigen Wissenschaftsbetrieb erfunden, mit allem was dazugehört, vor über vierhundert Jahren. Aber vierhundert Jahre sind verdammt wenig, um das Universum zu ergründen. Vielleicht bleibt es auch immer unergründbar. Aber über eines bin ich mir sicher“, er blieb nun stehen und sah auf Alexander, „denke dich nochmals vierhundert Jahre in die Zukunft. Die Forscher in dieser Zeit werden über uns und unsere derzeit hoch gepriesenen Theorien nur milde lächeln.

Und was die Überlichtgeschwindigkeit angeht“, fuhr er fort, „so befinden wir uns in einer ähnlichen Lage wie zwei Südseeinsulaner, die aufs offene Meer starren und sich gegenseitig versichern, dass es kein Fahrzeug geben kann, das viel schneller ist als die Wasserströmung oder der Wind. Die wären doch ziemlich überrascht, wenn sie auf einmal ein Flugzeug sehen würden, das über sie hinwegzischt, meinst du nicht? Technologisch überlegen, Fortschritt, würden wir sagen.“ Strick kicherte. Der Gedanke schien ihm sichtlich Spaß zu machen.

Dann verfinsterte sich seine Miene wieder. „Wenn ich mir vorstelle, mit welchen primitiven Raketen wir heute ins Weltall reisen, beinahe zum Fürchten! Raketen mit flüssigem oder festem Brennstoff, der verbrannt wird oder explodiert. Ich kann mir schon lange keine Raketenstarts mehr anschauen. Mir graut’s davor!“

Alexander stellte sich die beiden Insulaner vor, wie sie unter den Palmen lagen: ein schnittiges Segelboot am kilometerweiten Sandstrand, und dann kam das Flugzeug auf sie zugebraust ..., da schoss ihm schon die nächste Frage durch den Kopf: „Glaubst du denn an UFOs? Solche Bücher liest mein Papa nämlich auch. Besucher aus dem All.“ Er glaubte jedenfalls nicht an so einen Blödsinn. Wenn ihn Strick jetzt rausschmiss, war ihm das aber auch egal.

„Besucher aus dem All?“, ereiferte sich Strick, „ja warum denn nicht? Das Universum ist groß. Wahrscheinlich gibt es wesentlich mehr Planeten, als wir bis jetzt annehmen. Und wahrscheinlich sind viel mehr davon besiedelt, als wir es uns vorstellen können. Als die europäischen Großmächte (am Ende des 15. Jahrhunderts begannen, die Erde nach neuen Kontinenten zu durchstreifen, fanden sie die Gegenden überall bereits mit Menschen besiedelt vor. Kartoffeln oder Reis oder Tomaten gab es nur in bestimmten Kontinenten, aber Menschen gab es schon fast überall. Merkwürdig, nicht?“

Und nach einer längeren Pause fuhr er fort: „Diese Wesen werden sich hüten, mit uns direkten Kontakt aufzunehmen. Die beobachten uns höchstens amüsiert, wie wir uns hier noch abquälen, so wie wir völkerkundliche Beobachtungen machen. Davon haben sie wenigstens etwas, nämlich Erkenntnis. Aber was hätten sie davon, wenn sie sich uns vorstellten? Sie brauchen uns vermutlich nicht, und unsere Rohstoffe werden sie auch nicht brauchen. Zum Schluss kriegen sie nur Ärger mit uns. Denn entweder wir behandeln sie wie Götter, oder wir bringen sie um. Und viele von uns würden versuchen, der Erde zu entfliehen, um sich in ihren Welten anzusiedeln. Und das wäre schwer zu verhindern.“ Strick starrte auf eine hellere Wandstelle, an der einmal ein Bild gehangen haben musste.

Alexander wurde plötzlich unheimlich. „Ich muss jetzt gehen“, sagte er, „es ist schon spät. Aber darf ich wiederkommen?“ „Ja, komm’ nur vorbei, wenn ich dich nicht abgeschreckt habe.“ Strick lächelte jetzt wieder, knipste die auf seinem Schreibtisch stehende Büroleuchte an und setzte sich wieder zu seinen Papieren, nachdem er einen Blick auf seinen Computerschirm geworfen hatte, auf dem noch immer Meteoritenschauer auf die Erde einschlugen, dass es nur so spritzte.

Er konnte sich das Gefühl nicht erklären, aber irgendwie gefiel ihm der Professor, und er schien diesem auch zu gefallen. Strick machte zwar einen leicht schrulligen Eindruck und schien sonderbare Ansichten zu verfolgen, die etwas komisch klangen. Aber Alexander war neugierig geworden und wollte mehr über all diese Dinge erfahren. Eine Frage brannte ihm noch auf der Zunge: „Kannst du mir dann erklären, woraus die Welt besteht?“

Der Professor schien mit seinen Gedanken schon weit weg und schaute kaum auf. Von seinem Schreibtisch brummte ein „Na ja, mal sehen“

Kapitel 4

Das Bausteinuniversum

Zu Hause angekommen, fragte Alexander seinen Vater, ob er einen Herrn Strick kenne. Der schaute ihn etwas verwundert an: „Du meinst den Professor Gordon Strick von der Universität Wien? Der ist ein ziemlich bekannter Wissenschaftler - war schon einige Male im Fernsehen.“ Nach einigem Nachdenken fiel es ihm wieder ein: „Er ist, glaube ich, sehr, sehr reich. Niemand weiß genau warum. Man munkelt etwas von seinen Theorien über fraktale Kursverläufe, die er verwenden soll, um an der Börse zu spekulieren. Alles ziemlich mysteriös. Hat sich gerade eine karibische Insel gekauft haben. Warum fragst du?“

„Ich habe ihn kennen gelernt. Auf dem Schulweg. Ich habe ein Blatt Papier von ihm aufgehoben. Heute Nachmittag war ich bei ihm“, antwortete Alexander stolz. Sein Vater war nun noch verdutzt: „Was, du warst bei ihm? Auf der Uni?“ „Ist ja nicht weit von der Schule. Was weißt du denn noch von ihm?“ „Also ich glaube, er hat zuerst irgendetwas mit Elementarteilchen gemacht. Dann ist es immer stiller um ihn geworden. Er soll etwas versponnen geworden sein in letzter Zeit, habe ich erst vor kurzem von Ernst gehört. Er scheint einigen ziemlich schrägen Gedanken nachzugehen“, ergänzte sein Vater.

Ernst, das war ein Schulfreund, der Physik studiert hatte. Er und sein Vater trafen sich öfter auf ein Bier und beschwatzten alles, was meistens darauf hinauslief, dass sie Gott und die Welt ausrichteten. Alexander meinte nur: „Aha“. Sein stiller Entschluss stand fest. Er würde noch einmal zu Strick gehen. Der hatte sicher mehr Ahnung, woraus die Welt bestand.

Aber Erst Ende der Woche kam Alexander dazu, Strick wieder zu besuchen. Einmal hatte er es vormittags probiert, als eine Stunde ausfiel, war aber bei der Sekretärin abgeprallt. Die hatte ihn mit der Bemerkung: „Der Herr Professor weilt im Ausland“, hinausbefördert.

Das nächste Mal war Strick da und hatte auch Zeit. Alexander hatte ein Moorhuhn-2-Programm als Geschenk mitgenommen. Mit diesem Computerspiel konnte man Moorhühner im Winter jagen. Da trugen sie dicke Stoffschals. Er hatte es schon überall auf der Schule installiert. Es war ziemlich garantiert virenfrei. Das sagte er auch Strick, als er ihm das Programm überreichte. Strick schien sich nicht ganz sicher zu sein, was er damit anfangen sollte, bedankte sich aber höflich und legte das Spiel dann vorsichtig auf einen Stapel der herumliegenden Datenträger.

Diesmal bot er Alexander einen sehr großen und bequemen Chefsessel auf der anderen Seite seines Schreibtisches an, der noch leer war. Die Sitzgarnitur war unterdessen längst wieder mit Material zugewachsen. Dann fragte er, beinahe erwartungsvoll: „Na, was gibt's?“

Alexander zögerte nicht lange: „Also, ich würde gerne wissen, woraus die Welt besteht!“

„Ja, das habe ich fast erwartet!“, Strick lachte. Er musste tatsächlich auf so etwas vorbereitet gewesen sein, denn nun kramte er auf seinem Tisch herum und zog unter einem Papierstapel eine sehr große Lupe hervor. „Eine Detektivlupe, wie Sherlock Holmes“, bemerkte er. Dann stand er auf und holte aus einer Vitrine ein sehr schönes, etwas älter aussehendes Gerät, das metallisch glänzte, und stellte es ebenfalls auf den Tisch.



„Weißt du, was das ist? Ein Mikroskop?“ „Ja, damit kann man Dinge stark vergrößern.“ „Und hast du schon einmal durch so etwas durchgesehen?“, wollte Strick wissen. „Nein, habe ich nicht“, antwortete Alexander, „ich habe nur gelesen, dass die ersten Menschen, die durchgeschaut haben, ziemlich erstaunt darüber waren, was da so alles im Wasser schwimmt, wenn man es vergrößert.“

Ja, genauso wie bei den Fernrohren, als man den Himmel genauer zu studieren begann“, gab Strick zurück, „das war etwa dieselbe Zeit. Damals hat man die ersten optischen Systeme entwickelt, im frühen siebzehnten Jahrhundert, vor etwa vierhundert Jahren also.“

Strick setzte sich wieder hin. „Also, eines muss ich dir gleich beichten: Woraus die Welt besteht, wissen wir nicht so genau. Ob wir jemals eine genaue Antwort auf diese Frage werden geben können, wissen wir auch nicht. Wir kennen nur Teilantworten“, und nach einer Pause fügte er noch geheimnisvoll hinzu, „je genauer wir hinschauen, umso leerer wird die Welt.“

„Wie meinst du das?“ Alexander war irritiert. Er ergriff die Lupe und ließ sie über den Zeichen- und Buchstabensalat auf Stricks Schreibtisch gleiten.

„Versuchen wir es einmal mit einem Beispiel. Nehmen wir an, wir untersuchen ein Stück Papier. Woraus besteht Papier?“ Bei diesen Worten nahm Strick ein Stück weißes Papier und gab es Alexander. Dieser betrachtete es durch die Sherlock-Holmes-Lupe. Strick fuhr fort: „Manche würden nun gleich antworten: Selbstverständlich besteht Papier aus Zellulose, und Zellulose wird zum Beispiel aus Holz gewonnen. Papier besteht also aus Holz. Damit haben sie natürlich Recht, zumindest auf einer bestimmten Beobachtungsebene. Aber man könnte weiterfragen: Woraus besteht denn Holz? Und das, woraus Holz besteht, und so weiter?“

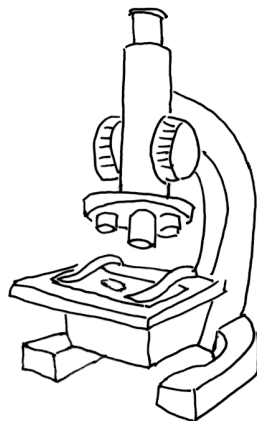
Strick deutete auf das Stück Papier: „Versuchen wir einmal, die Frage zu beantworten, indem wir das Papier hier zerteilen, immer und immer wieder, bis wir die Antwort wissen. Denn ein ganzes Stück Papier sollte doch aus seinen Teilen bestehen.“

Er hielt inne, so als dächte er nach, ob ein Ganzes aus Teilen bestand. Er schüttelte den Kopf, fuhr dann aber fort: „Da sind wir schon bei einer anderen Frage angelangt: Kann man ein Stück Papier beliebig oft teilen? Oder ist einmal Schluss damit? Im letzteren Fall könnte man dann voll Stolz sagen: Wir wissen woraus Papier letztlich besteht, nämlich aus diesen kleinsten Teilen.“

Alexander wurde nun von Strick angewiesen, das Stück Papier zu teilen, einmal, zweimal, dreimal, viermal, ... und so weiter. Bis zu dem Punkt, an dem es nicht mehr ging. Die Papierfetzchen waren zu klein geworden. Alexander konnte sie bald nicht mehr richtig greifen und zerfuzeln.

Strick nahm den Faden wieder auf: „Woraus bestehen die kleinen Stücke Papier hier? Wieder nur aus Papier natürlich! Oder etwa nicht? Um das herauszufinden, brauchen wir mehr als unsere Hände. Wir brauchen Apparate, Maschinen, Messinstrumente. Was genau sollen wir tun? Wir könnten eine Lupe nehmen und eine Pinzette. Lupen gibt es schon seit etwa 600 Jahren. Durch die Lupe betrachtet bleibt Papier immer Papier. Das heißt, es erscheint bloß größer und die Oberfläche rauer. Von der Beobachtungsebene der Lupe besteht Papier also aus Papier.“

Dann nahm er das Mikroskop zur Hand. Er legte ein kleines Stück Papier, das Alexander zerteilt hatte, zwischen zwei Glasplättchen und schob diese unter das Mikroskop. „Ein Mikroskop ist nichts anderes als eine Anordnung von Lupen und Glaslinsen, mit denen wir sehr hohe Vergrößerungen von kleinen Objekten erzielen können.“



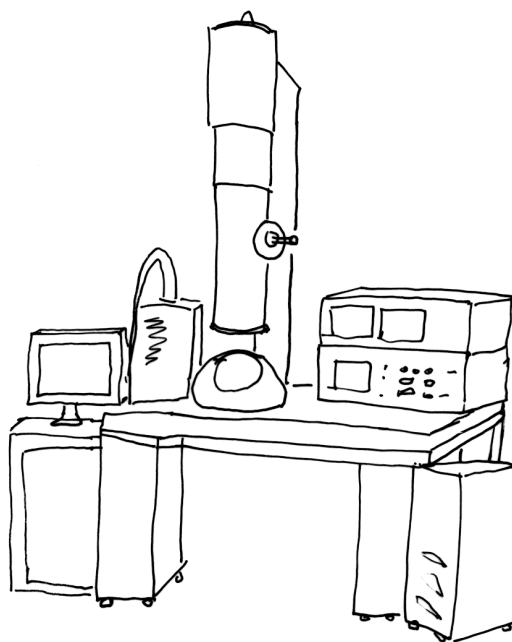
Strick schaltete jetzt ein Licht ein, das sich unterhalb des Mikroskops befand. Er beugte sich über das Mikroskop und schaute in dessen oberste Linse. Dabei

drehte er an einer großen Schraube, die seitlich angeordnet war. Dann bat er Alexander, ebenfalls hindurchzuschauen. Als dieser durchblickte, war er nicht sonderlich erstaunt. Er hatte so etwas erwartet: Das kleine Stück Papier sah unter dem Mikroskop nicht mehr wie Papier aus. Vielmehr schien es aus Fasern zu bestehen. Zwischen diesen Fasern sah man vereinzelt Hohlräume.

„Wie du siehst“, erklärte Strick nun, „von der Beobachtungsebene des Mikroskops besteht Papier also aus - Fasern. Aber woraus bestehen alle diese Fasern eigentlich wieder?“

Alexander zuckte mit den Schultern. Woher sollte er das wissen? Strick sprach weiter. „Um diese Frage beantworten zu können, brauchen wir Mikroskope einer anderen Art, die man *Elektronenmikroskope* nennt. Elektronenmikroskope gibt es noch nicht lange.“

Er stand auf: „Du hast Glück, wir können das Elektronenmikroskop im Praktikum benutzen! Ich habe schon gefragt.“ Er bedeutete Alexander, mit ihm zu kommen. Sie gingen zwei Stockwerke hinunter und einige Korridore entlang. In diesen Gängen standen Glaskästen, in denen irgendwelche etwas verstaubte alte Instrumente standen, deren Zweck Alexander nicht kannte. Schließlich betraten sie einen Raum, der mit großen Tischen gefüllt war, an denen einige Jugendliche herumhantierten. Auch durch diesen Raum gingen sie hindurch und gelangten endlich zu einem kleinen Zimmer, das zum großen Teil von einem sonderbaren Apparat ausgefüllt war. Der Apparat war etwas größer als ein Erwachsener und bestand aus glänzendem Metall. Er sah beinahe wie ein überdimensioniertes normales Mikroskop aus, nur etwa zehnmal so groß. Seitlich waren einige Schirme angeordnet.



Ein Brummen erfüllte den Raum. „Die Vakuumpumpe“, erklärte Strick, als habe

er Alexanders Gedanken erraten, und deutete auf eine Box, von der das Brummen herrührte. Und zu dem Mann und der Frau, die hier herumstanden, sagte er: „Darf ich vorstellen? Das ist Alexander, unser vorläufig jüngster Nachwuchs hier. Er möchte wissen, woraus die Welt besteht.“ Der junge Mann verzog das Gesicht zu einem breiten Lachen: „Ja, das würde ich auch gerne wissen!“

Alexander erkannte die beiden, die sich jetzt vielsagende Blicke zuwarfen: Es war das Pärchen, dem er schon einmal im Treppenhaus ausweichen musste. Er fragte unbeirrt:

„Was ist eine Vakuumpumpe?“

„Eine Vakuumpumpe saugt die Luft ab“, meinte die Frau, „und zurück bleibt Vakuum.“

„Was ist Vakuum?“

„Leerer Raum - das Nichts.“

„Und das Nichts? Was ist das?“

Strick verfolgte diese kurze Unterhaltung mit sichtlichem Vergnügen. Die Frau sah ihn etwas gereizt an. „Ja, was ist das, das Nichts?“, wiederholte Strick. Als er keine Antwort erhielt, wandte er sich wieder zu Alexander und erklärte: „Dieses Mikroskop ist ein Elektronenmikroskop. Normale Mikroskope arbeiten mit Licht. Elektronenmikroskope arbeiten mit Elektronen. Elektronen sind sehr, sehr kleine Teilchen. Mit ihnen kann man noch höhere Vergrößerungen erreichen als mit Lichtmikroskopen. Im Prinzip ist es aber fast dasselbe. Elektronenstrahlen werden durch Elektronenlinsen gebündelt und zerstreut wie Lichtwellen.“

„Du schummelst aber!“, rief Alexander entrüstet, „wenn die Elektronen da drinnen kleine Teilchen sind, wie können sie sich dann gleichzeitig wie Wellen benehmen? Ein Teilchen ist keine Welle, und eine Welle ist kein Teilchen.“

Bei diesen Worten hatte sich Stricks Miene verfinstert. Er sah nun besorgt drein, kratzte sich am Kopf und meinte dann: „Hm, eigentlich hast du Recht. Leider kann ich dir aber auch nicht viel mehr sagen. Wir sind draufgekommen, dass sich die Dinger, die wir Elektronen nennen, manchmal wie Teilchen verhalten und manchmal wie Wellen. Das ist einfach so. Wir nennen das den Welle-Teilchen Dualismus. Sie führen, wie es scheint, eine Art verrücktes Doppelleben. Aber das stimmt nicht. Sie verhalten sich eben nur anders als die relativ großen Gegenstände, die wir aus unserem normalen Alltag her kennen. Manchmal können sie beispielsweise zur gleichen Zeit an mehreren Orten sein.“

Er begann sich wieder zu entspannen, so als würde der Begriff „Welle-Teilchen Dualismus“ alles erklären, und fuhr fort: „Wir haben uns einfach daran gewöhnt. Wenn ein Elektron beispielsweise aufgefangen oder erzeugt wird, dann reagiert es wie ein Teilchen. Und damit meine ich: entweder es gibt einen Klick in einem

Instrument oder es gibt keinen Klick, nichts dazwischen. Elektronen sind unteilbar. Andererseits verhalten sich Elektronen zwischen ihrer Erzeugung und ihrer Vernichtung oft ähnlich wie Lichtwellen. In gewisser Weise kann ein- und dasselbe Elektron zum Beispiel an zwei Orten gleichzeitig sein und dort durch zwei Spalten schlüpfen. Und mit diesen Elektronenwellen kann man Mikroskope bauen. Sehr genaue Mikroskope sogar.“

Die Frau legte eine kleine Platte in den Apparat. Sie erklärte Alexander, dass sich darauf ein kleines Stückchen Papier befand, das mit einer feinen leitenden Schicht bedeckt war. Das, so erklärte sie Alexander, sei notwendig, damit man in einem Elektronenmikroskop etwas sähe: „Elektronen sind nämlich elektrische Ladungsträger und reagieren auf andere elektrische Ladungsträger.“

„Elektrische Ladungsträger?“ fragte Alexander. Er verstand nur Bahnhof. „Na, das ist etwas viel für den Anfang, glaube ich“, gab Strick zu bedenken, „zuerst erfährt der arme Junge vom Welle-Teilchen-Dualismus und dann von elektrischen Elementarladungen...“, er führte Alexander zum Schirm, der vor der Apparatur stand, „schauen wir uns einmal das Papier genauer an.“

Der Mann hantierte am Apparat herum, aber nichts passierte. Er drehte einige Rädchen und klickte Schalter ein und aus. Dabei wurde er sichtlich nervöser. Noch immer war nichts auf dem Schirm zu sehen.

„Ist das etwa noch immer dieselbe alte Kiste wie zu meiner Zeit? Warten Sie mal.“ Professor Strick räusperte sich leise und trat dann ziemlich unsanft mit dem Fuß gegen das Gehäuse des Gerätes. Plötzlich stimmte der Apparat einen anderen Brummtönen an, und man konnte schemenhaft etwas auf dem Bildschirm erkennen. Nach einigen Sekunden wurde das Bild schärfer, und man sah eine wild zerklüftete Landschaft von ineinander verdrehten Mini-Fasern, die ziemlich zerfetzt und rau aussahen. Dazwischen gab es immer wieder Täler und Senken. Die fantastische schwarz-weiße Landschaft kam näher und näher, als die Vergrößerung erhöht wurde.

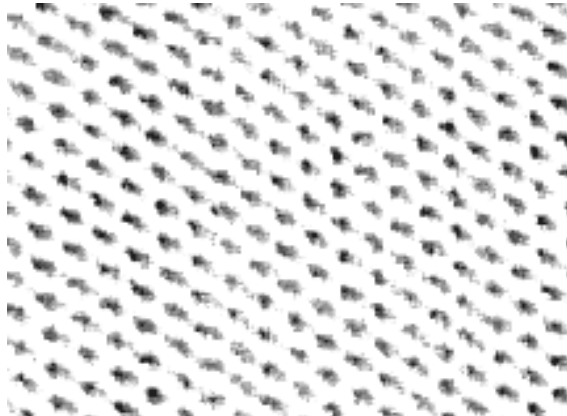
„Weiter geht's hier nicht mehr, leider“, seufzte die Frau.

„Ja“, bedauerte Strick, „mit moderneren Geräten könnte man bis auf die atomare Ebene runterkommen.“

Alexander bekam noch einen Ausdruck des Bildschirms. Dann bedankte sich Strick bei den beiden, und sie gingen wieder hinauf in sein Zimmer. Als sie sich gegenüber saßen, nahm er das Thema wieder auf: „Der erste Eindruck von Papier ist also eine glatte Oberfläche. Wenn man dann mit Lupe und Mikroskop draufschaut, wird die Oberfläche immer rauer und zerrissener. Es gibt einen weiten Vergrößerungsbereich, in dem sich nicht viel tut. Alles wird nur noch größer und unregelmäßiger. Das hast du ja gesehen. Aber dann, wenn man noch stärker vergrößert, passiert etwas sehr Merkwürdiges. Man könnte sogar sagen:

etwas Dramatisches.“

Er hatte sich zurückgelehnt und schaute Alexander an: „Jedes Material, egal was es auch immer ist, erscheint nämlich ab einer bestimmten Vergrößerung körnig. Die Materie scheint aus lauter winzigen Punkten zu bestehen, die im Raum schweben. Dazwischen scheint nichts zu sein. Auch unser eigener Körper besteht aus solchen Punkten.“ Er schob Alexander eine Photographie hin, auf der eine Unzahl regelmäßig angeordnete schwarze Punkte auf weißem Untergrund zu erkennen waren.



Alexander betrachtete das Bild. Dann deutete er auf die Punkte: „Sind das die Atome?“

„Ja, das sind Atome. Bereits einige Griechen haben davon geträumt, dass die vielen Stoffe unserer Welt aus ganz wenigen Grundbausteinen bestehen. Dass ihre Anordnung und Verbindungen die Materialeigenschaften wie zum Beispiel die Farbe bestimmen. Die alten Griechen haben diese Dinger vor etwa 2400 Jahren *atomos* genannt, das heißt übersetzt: das Unteilbare.

Nach einer kleinen Pause fuhr Strick fort: „Das Universum könnte man sich damit als eine Art riesigen Baukasten vorstellen. Die Atome sind die Spielsteine, aus denen alles aufgebaut ist. Als die Leute in der Neuzeit die ersten Anzeichen und Spuren für die Existenz solcher Grundbausteine zu erahnen begannen, glaubten sie auch, dass Atome nicht noch weiter zerlegbar wären. Deshalb wurde die griechische Bezeichnung übernommen.

„Und sind sie wirklich unteilbar? Oder kann man sie doch auseinander brechen? Und was kommt nachher? Und wenn der Raum fast leer ist, warum kann man dann nicht durch die Dinge schauen wie durch Luft?“, wollte Alexander wissen. Strick ging nicht sofort auf diese Fragen ein, sondern sagte nur, „Du musst dir vorstellen, welche ungeheure Behauptung das damals war: Alles besteht aus

wenigen Bausteinen. Aber aus sehr, sehr vielen solchen Bausteinen. Und die Bausteine sind sehr, sehr klein.“

„Wie klein etwa?“, fragte Alexander. „Etwa ein Tausendstel von einem Tausendstel von einem Tausendstel Meter. Das ist unvorstellbar klein. Und es gibt auch unvorstellbar viele solcher Atome. In einem Liter Luft gibt es 40.000.000.000.000.000.000.000 Atome!“

Die ersten, die mit dieser Vorstellung rechneten, wurden schwer angefeindet. Zum Beispiel Ludwig Boltzmann, der hier vor über hundert Jahren wirkte. Viele konnten nicht glauben, dass man jemals mit Experimenten in diese Bereiche vordringen könnte und meinten, diese Atome wären lächerliche und sinnlose Hirngespinnste. „Haben’s schon eines gesehen, ein Atom?“ höhnten sie. Das war eine ziemlich riskante Idee, eine Revolution. Man wurde verlacht und diffamiert. Aber der Atomismus hat sich durchgesetzt, und heute kann man Atome sogar sichtbar machen, wie auf dieser Photographie hier...“, Strick deutete auf das Blatt in Alexanders Hand.

„Und nun zu deiner Frage, ob die unteilbaren Atome weiter teilbar sind oder nicht“, Strick war aufgestanden und ging wieder im Zimmer herum. „Was würdest du raten? „Na, dass sie doch teilbar sind“, gab Alexander zurück. Das hatte er schon gehört. „Genau richtig, Atome sind auch wieder teilbar! Sie bestehen aus einem *Kern* und aus einer *Hülle*. Die Hülle musst du dir wie eine Zwiebel vorstellen, mit vielen Schalen. Sie ist groß und besteht aus *Elektronen*. Der Kern ist sehr, sehr klein. Er besteht wieder aus wenigen Typen von Teilchen, in der Hauptsache aus den so genannten *Protonen* und den *Neutronen* und den Teilchen, die die Kernkräfte vermitteln und den Kern zusammenhalten.

Und die Teilchen im Atomkern sind wiederum teilbar, und zwar in noch kleinere Teilchen, die so genannten *Quarks* und *Gluonen*. Und alle diese winzigen Teilchen, aus denen Atome zusammengesetzt sind, nennen wir *Elementarteilchen*. Und wenn du mich jetzt fragen willst, welche Arten von Elementarteilchen wir heute kennen, dann muss ich dir antworten: die Teilchen, die in den neuesten Tabellen stehen.“

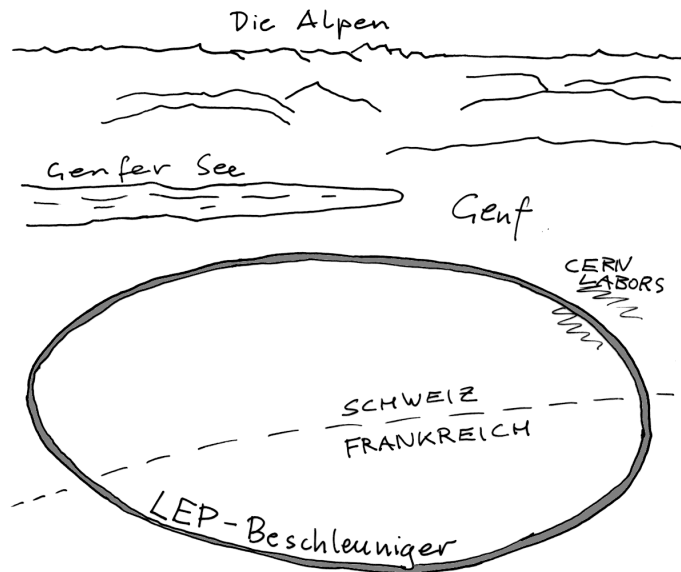
Strick hatte ein kleines, orangefarbenes Büchlein aus seinem Papierwirrwarr herausgezogen. Darauf war eine eigenartige dreidimensionale Figur gezeichnet. Weiter stand auf dem Einband: *Particle Physics Booklet. Particle Data Group. Available from LBNL and CERN*. Alexander hatte das Atombild zurückgelegt und blätterte jetzt das Elementarteilchenheftchen durch.

ELEMENTARY			PARTICLES		
Name	Symbol	Mass (MeV/c ²)	Name	Symbol	Mass (MeV/c ²)
electron	e^-	0.5	photon	γ	0
muon	μ^-	105	gluon	g	0
tau	τ^-	1784	W-boson	W	80200
el. neutrino	ν_e		Z-boson	Z	91170
muon neutr.	ν_μ				
tau neutrino	ν_τ		pion	π^+	139.6
down	d	5-15	Kaon	K^+	493.7
up	u	2-8	proton	p	938.3
strange	s	100-300	neutron	n	939.6
charm	c	1300-1700	Lambda	Λ	1115.6
bottom	b	4700-5300			
top	t	> 91000			

„Beinahe wie ein Baustein-Katalog, findest du nicht?“ versuchte Strick zu scherzen. „Nein, das finde ich gar nicht!“, empörte sich Alexander, „das hier ist viel komplizierter!“ Das Buch war nämlich voll geschrieben mit winzigen Zahlenketten und merkwürdigen Symbolen, die er nicht entziffern konnte. Als Strick das hörte, nahm er ihm das Buch gleich wieder ab. Er zeigte ihm eine Seite, auf der ein dickes umrandetes e stand. „Das e steht zum Beispiel für Elektronen. Da steht die gemessene Masse und die Lebenszeit des Elektrons drin, siehst du, hier...“

Der Zahlensalat reichte Alexander, mehr wollte er davon gar nicht wissen und sah über das Gezeigte hinweg. Wie aber die Mikroskope aussähen, mit denen man alle diese Teilchen, aus denen Atome bestünden, sichtbar machen könnte, das wollte er doch noch gerne erfahren.

Strick machte eine ausladende Handbewegung: „Um einige dieser Elementarteilchen zu sehen, braucht man riesige Instrumente, die kilometerlang sind, etwa so groß wie ein Flughafen oder eine Formel-1-Rennstrecke. Der größte Apparat der momentan existiert, liegt in zwei europäischen Ländern gleichzeitig, in der Schweiz und in Frankreich. Er ist in der Erde vergraben, und das Gras und sehr gute Erdbeeren wachsen darüber.“ Dabei verzog er seinen Mund genüsslich.



Dann wurde er wieder ernst: „Je kleiner die Teilchen, umso größer müssen die Maschinen sein, die sie aufspüren“, und fügte hinzu: „Die Materie und alles, von dem wir glauben, dass es so fest und solide ist, besteht in der Hauptsache aus der Leere zwischen Dingen, die wir Atome oder Teilchen nennen.“

Na so was! Alexander war sprachlos und musste eine Weile über das, was Strick gesagt hatte, nachdenken.

„Und bestehen die winzigen Elementarteilchen nicht wieder aus noch winzigeren Teilchen, und geht das vielleicht immer so weiter?“, unterbrach er schließlich das Schweigen. Strick schüttelte den Kopf: „Das wissen wir noch nicht. Wir haben natürlich gewisse Vermutungen. Es gibt immer viele Ideen, wie es sein könnte, und das meiste stellt sich dann als unrichtig heraus. Aber wir haben immerhin angefangen nachzuschauen und sind auch schon ein gutes Stückchen weitergekommen. Ob wir allerdings jemals an einem Ziel ankommen, ist ungewiss. Vielleicht ist hinter jeder Schwelle, die wir überwunden haben, noch eine Schwelle. Das kann ich dir nicht sagen. Vielleicht kannst du unser Wissen, woraus die Welt besteht, einmal weiterbringen. Vielleicht fällt deiner Generation mehr ein als uns.“

Nach einer langen Pause fragte Strick leise, eher zu sich selbst sprechend: „Wenn du ein Universum schöpfen müsstest, würdest du es nicht ganz ähnlich gestalten - ich meine aus vielen gleichartigen Bausteinen zusammengesetzt und so weiter? Ich meine: würdest du etwas anders machen?“

Es war dunkel geworden, und das diesige Licht der Märzsonne warf lange Schatten im Zimmer. Man sah den Rauch aus den Kaminen steigen, und man konnte durchs Fenster die schneebedeckten Berge des Wienerwalds schemenhaft erkennen.

Alexander bedankte sich und ging. Strick gab ihm noch das Photo mit den

hundert Atomkügelchen mit. Als Alexander an der Büste von Boltzmann vorbeiging, musste er daran denken, dass dieser Mensch mit der Annahme, dass alles aus Atomen bestünde, also doch Recht gehabt hatte. So Recht, dass man ihm hier sogar ein Denkmal errichtet hatte. Ob ihm das allerdings etwas zu Lebzeiten genutzt hatte? Alexander zweifelte daran, denn glücklich sah Boltzmann nicht drein, nur entschlossen.

Und er hatte noch Stricks Worte im Ohr, die dieser ihm noch fast beschwörend beim Abschied gesagt hatte: „Seit über 2500 Jahren stellen wir uns nun die Frage, woraus die Welt besteht. Und wir wissen immer noch nur Teilantworten. Aber von Generation zu Generation wird unser Wissen größer. *Wir wissen, dass die Welt aus kleinen Bausteinen, den Atomen, besteht und dass diese Atome wieder aus noch kleineren Bausteinen bestehen, die wir Elementarteilchen nennen.* Und bis zu einer gewissen Ebene zumindest kennen wir nun die Bausteine dieser Welt, aber wir werden noch mehr wissen, weil wir keine Ruhe geben!“

Nachts wälzte sich Alexander im Schlaf. Im Traum schwebte er durch den Weltraum. Um ihn herum schwirrten Millionen kleiner und großer Kügelchen, auch in seinem ganzen Körper wirbelten es wie wild und zwickte und zwackte ihn. Dabei war ein immerwährendes Rauschen zu hören. Eine Welle aus weißen Teilchen riss ihn schließlich fort.

Kapitel 5

Quantenfaxen

Alexanders Schule war eine „Vorzeigeschule“. Oft passierte es, dass Gäste ihre Klasse besuchten, um sich die schulische Praxis zeigen zu lassen. Manchmal gab es auch Fernsehtermine, in denen die Kinder die Kulisse für irgendwelche Ereignisse darstellten. So geschah es auch einige Tage nach Alexanders Gespräch mit Strick über die kleinen Bestandteile der Welt. Seine Klasse wurde dazu „verdonnert“, in die nahe gelegene Universität zu marschieren.

Professor Lockner, ein Kollege von Strick, war gerade in der breiteren Öffentlichkeit dadurch bekannt geworden, dass er als erster Teilchen *beamen* konnte. Niemand wusste zwar anscheinend so recht, was *Beamen* war, aber viele hatten die bekannte Fernsehserie „Raumschiff Enterprise“ gesehen, in der Käpten Kirk und seine Besatzung ständig auf einer Plattform pulverisiert wurden und irgendwo anders weit weg wieder auftauchten. So etwas Ähnliches hatte Lockner gemacht, und die Medien dankten es ihm mit großem Interesse.

Alexanders Klasse war dazu ausersehen, gewissermaßen stellvertretend für alle Volksschulklassen der Republik, von Lockner und dessen Mitarbeitern in die

Geheimnisse des *Beamens* eingeweiht zu werden. Sie sollten auch in die Labors gehen und das Experiment sehen. Das hatte ein Fernsehsender so eingefädelt, der alles mitfilmte und ans Publikum verteilen wollte.

An einem Freitagmorgen wurde die Klasse schön geordnet zu dem Gebäude geführt, in dem auch Strick sein Büro hatte. Kurz bevor die Kinder durch das große Eingangstor eintraten, blickte Alexander noch zum vierten Stock hinauf. Dort war ein Fenster weit offen. Man hörte auch irgendeine klassische Melodie, die vielleicht von oben kam. Professor Strick brütete wohl wieder über den Geheimnissen dieser Welt, dachte Alexander. Oder spielte er gerade Moorhuhn?

Im dritten Stock angelangt, betraten sie den *Großen Hörsaal für Experimentalphysik*, wie es in Goldbuchstaben über den Schwingtüren am Eingang stand. Man gelangte zu dem sehr großen Saal über eine geschwungene Holztreppe, auf der schon Generationen von Studenten gegangen sein mussten. Der Saal selbst war eine Art Arena. Die Sitzbänke waren in einem Halbkreis, der nach oben trichterförmig immer weiter erhöht war, angeordnet. Auf einer Bühne, die man von den Zuschauerplätzen überall leicht einsehen konnte, stand ein sehr langer Tisch. Hinter dem Tisch befand sich eine riesige Tafel, die ziemlich mit Kreide verschmiert war. Seitlich waren auf einem eigenen Brett einige sehr altmodische Zu- und Ableitungen und irgendwelche Zeigerinstrumente angeordnet. Der Saal strahlte insgesamt eine recht behagliche Atmosphäre aus.

Es warteten bereits einige jüngere Leute auf Alexanders Klasse und baten diese, sich auf den vorderen Bänken zu verteilen. An drei Stellen waren Fernsehkameras und Scheinwerfer aufgestellt, und die Kameramänner und Techniker saßen etwas gelangweilt dahinter.

Dann kam ein Mann mit beeindruckendem Bart in den Vortragssaal. Er betrat ihn durch den Bühneneingang, der sich gleich bei den Instrumenten vorne befand und offensichtlich für die Vortragenden bestimmt war. Der Mann war etwas jünger als Strick und war mit einem dicken Wollsakko, einem etwas zerdrückten Hemd und einer Krawatte bekleidet. Auf der Krawatte war ziemlich dick eine Formel eingestickt: „ $H\psi = E\psi$ “. Was immer das auch bedeuten mochte! Er wurde sofort von einigen Erwachsenen umringt, die ihm offenbar schnell noch etwas mitteilen wollten.

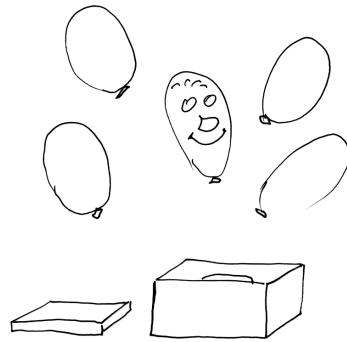
Relativ unbeeindruckt von der Aufmerksamkeit, die sein Erscheinen bewirkte, blinzelte er zuerst etwas widerwillig ins Licht der Scheinwerfer. Dann erhellte sich seine Mine zu einem freundlichen Lächeln. Er sprach noch ein paar leise Worte mit den ihn umringenden Leuten und wandte sich dann an Alexanders Klasse: „Ich darf euch alle herzlich begrüßen. Mein Name ist Lockner. Wie ihr vielleicht wisst, ist es mir und meiner Gruppe gelungen, Quanten zu teleportieren. Was das ist, das wird euch ein Mitarbeiter von mir noch später genauer erklären. Ich muss jetzt leider zu einem dringenden Termin und kann nicht die ganze Zeit bei euch

bleiben. Aber ich hoffe, dass es euch Spaß macht. Und zu Beginn haben wir auch gleich eine Frage an euch: Wie viele aufgeblasene Luftballons passen in diese Schachtel hier?“

Mit dieser Frage deutete er auf eine metallene Box, die mit einem Deckel versehen und etwas größer als eine Schuhschachtel war. Gerade so groß, dass ein normaler Luftballon hineinpasste. Wie aus einem Munde schrie Alexanders Klasse: „Einer!“ Professor Lockner hörte die Antwort nicht mehr, denn er war schon wieder verschwunden. Ihm unmittelbar auf den Fersen folgte ein Kamerateam.

Ein junger Mann, offensichtlich aus Lockners Gruppe, hob nun den Deckel der Schachtel und goss eine Flüssigkeit hinein, die ziemlich dampfte. „Das ist flüssige Luft“, erklärte er. Dann nahm er einen Luftballon, blies ihn auf und verknotete sein Ende, damit keine Luft mehr entwich, und legte ihn ebenfalls in die Schachtel. Danach machte er den Deckel wieder zu. Er wartete ein wenig und machte eine geheimnisvolle Miene. Dann nahm er noch einen Luftballon und blies ihn auf und legte ihn ebenfalls in die Schachtel. Das konnte aber nicht sein! So groß war die Schachtel doch gar nicht. In die Schachtel passte nur ein Ballon. Die Klasse johlte. Einige schrieen, „die Box hat ein Loch!“ Das wurde allerdings von dem Mann verneint, der die Schachtel aufhob, sodass man ihren festen Boden gut sehen konnte. Er gab nun jedem Schüler einen Luftballon und wies alle an, diesen Ballon aufzublasen. Alexander hatte sich einen violetten Luftballon ausgesucht - seine Lieblingsfarbe. Anna, ein Mädchen aus seiner Klasse, das neben ihm saß, blies einen orangefarbenen Luftballon auf. Dann malten sie auf ihre Ballons noch ein Gesicht mit Filzstift. Nacheinander wanderten nun alle aufgeblasenen und am Ende zugeknoteten Luftballons der Klasse in die Schachtel. Das waren insgesamt sechsundzwanzig Stück! Bei den letzten Ballons musste man schon etwas mit dem Deckel nachhelfen, um auch sie hineinzubekommen. Es war nun ruhig geworden, nur die Kameras surrten ein wenig im Saal.

Dann machte der Mann den Deckel wieder auf - und heraus schwebte ein Luftballon! Er schien zuerst ziemlich klein zu sein, erhielt dann aber rasch seine ursprüngliche Größe. Nach und nach kam ein Ballon nach dem anderen heraus. Auch Annas und Alexanders Luftballone schwebten mit grinsenden Gesichtern hervor. Gegen Ende purzelten dann gleich drei und mehr Luftballons mit ziemlicher Geschwindigkeit hinaus. Diese verteilten sich überall im Hörsaal und wurden von Alexanders Schulkollegen mit lautem Gejohle hin- und her gestoßen. Es entstand ein allgemeiner Tumult, der nur langsam abflaute. Überall lagen die bunten Reste zeretzter Luftballons herum.



Der Mann versuchte nun das gerade Gesehene zu erklären: „Flüssige Luft ist sehr kalt. Um das zu demonstrieren, haben wir normalerweise eine Schnittblume mit flüssigem Stickstoff übergossen. Diese ist dann so gefroren, dass sie in tausend Stücke gesprungen ist, wenn man mit dem Hammer darauf schlug.

Blumenzertrümmerungen sind heute nicht mehr gefragt. Deshalb haben wir uns eben so etwas ausgedacht - einen Luftballontrick. Die Luft in den aufgeblasenen Luftballons bei Raumtemperatur schrumpft auf weniger als ein Zwanzigstel ihres bisherigen Volumens, wenn sie stark abgekühlt wird. Das liegt darin, dass die Atome, aus denen die Luft besteht, sich im kalten Zustand weniger bewegen. Dadurch entsteht weniger Druck, und die kalte Luft wird von der umgebenden warmen Luft zusammengedrückt. Deshalb passen so viele Luftballons in eine Schachtel, in der es sehr kalt ist, obwohl in dieselbe Schachtel nur ein Luftballon bei Raumtemperatur hineinpasst. Wenn man die Ballons wieder aufwärmt, erhalten sie wieder ihre ursprüngliche Größe zurück. Haben es alle verstanden?

Kalte Luft nimmt weniger Raum als warme! Seine letzten Worte brüllte er verzweifelt. Aber sie gingen in dem noch immer herrschenden Gejohle unter, das erst verebbte, als der Klassenlehrer ein paar Mal in die Hände klatschte.

Dann trat ein anderer, noch jüngerer Mitarbeiter von Lockner vor die Klasse, stellte sich mit „Paul“ vor, und meinte, er würde nun das *Beamen* erklären. Dabei nahm er eine Kreide und malte damit den Aufbau eines Versuchs an die Tafel. Dieses Bild bestand aus vielen Strichen und Elementen, unter denen sich Alexander nicht viel vorstellen konnte. Er las zwar die einzelnen Wörter „EPR-Paar“, „Verschränkung“, „klassische Information“ und „qubit“, das Paul wie „Kuh-Bit“ aussprach, doch wurde er nicht schlau daraus. Genauso gut hätte Paul sagen können, „abra ka dabra“. Paul bemerkte die teilweise verwirrten Minen auf den Bänken, und auch das Desinteresse einiger Schüler, die mit ihren Nachbarn tratschten. Die Kameralleute schauten völlig eindrucklos auf ihre Monitore, so als könnte sie überhaupt nichts überzeugen und umwerfen. Wahrscheinlich hatten sie schon einiges erlebt und waren nicht so schnell zu beeindrucken. Vermutlich würden sie nicht einmal besonderes Interesse zeigen, wenn sich Paul selbst ins nächste Zimmer *beamen* würde! Er zuckte mit den Achseln und bat nun alle, ins Labor zu kommen.

Unter einigem Gedränge strömte man nun in ein Zimmer, das vollgestopft mit

Apparaten war. Man musste überall aufpassen, nichts kaputt zu machen oder nicht in einen Lichtstrahl zu laufen. Die Kameras nahmen auf, wie die Schulklasse den aufgebauten Versuch umringte. Sonst passierte nicht viel. Alexander war froh, als sie dann bald gingen und den restlichen Tag Turnen hatten.

Am frühen Nachmittag beschloss Alexander, zu Strick zu gehen und diesen zu fragen, was er vom *Beamen* halte. Das Sekretariat vor Stricks Arbeitszimmer war wieder unbesetzt. Strick saß vor dem geöffneten Fenster und schien sehr konzentriert zu arbeiten. Ein Blick auf den Bildschirm verriet Alexander aber sofort, Strick spielte am Computer *Moorhuhn*.

Als Alexander sich auf den Chefsessel plumpsen ließ und dieser ein etwas quietschendes Geräusch von sich gab, schrak Strick auf. Er starrte Alexander etwas verblüfft an, doch dann sah man deutlich, dass er sich über den Besuch freute: „Na, wie geht's?“

„Danke, gut. Wir waren heute mit der Klasse bei Professor Lockner. Die haben uns das *Beamen* gezeigt“, erwiderte Alexander.

„Ah, ja, das Quantenfaxen!“, entfuhr es Strick, „Seitdem der Kollege Lockner dieses Experiment gemacht hat, gibt sich die Presse die Türschnalle in die Hand. Man sollte nicht glauben, was so etwas bewirkt. Er hat so viele andere mindestens ebenso gute Sachen gemacht, und das hat niemanden interessiert. Aber aufs Quantenfaxen sind sie alle ganz verrückt!“, er lehnte sich zurück, „Na, mir soll's recht sein.“

„Meinst du *Beamen* wenn du Quantenfaxen sagst?“, vergewisserte sich Alexander.

„Ja, *Beamen* oder Quantenfaxen oder Teleportation, das ist alles dasselbe“, stellte Strick fest.

„Ich habe es nicht kapiert, obwohl ich den Apparat gesehen habe und uns jemand alles erklärt hat“ meinte Alexander.

Strick lächelte verständnisvoll: „Na, das ist klar, dass ihr das nicht sofort verstanden habt. Weißt du, was ein normales Faxgerät ist?“

„Ja, man kann damit Briefe verschicken“, gab Alexander zurück.

„Genau, es ist eine Art Kopierer. Das Faxgerät scannt einen Brief ein, und versendet dann die Information, die der Brief enthält, über eine Telefonleitung zu einem zweiten Gerät weit weg, das dann den Brief ausdruckt. Das Schema ist: einscannen - verschlüsseln - senden - entschlüsseln - ausdrucken. Am Ende stehst du dann mit zwei Stücken desselben Dokumentes da: dem Original und dem Fax. Das Fax ist gewöhnlich weit weg, vielleicht auf der anderen Seite der Erde.“ Er deutete auf den Fußboden.

„Und genauso funktioniert *beamen*?“, wollte Alexander wissen.

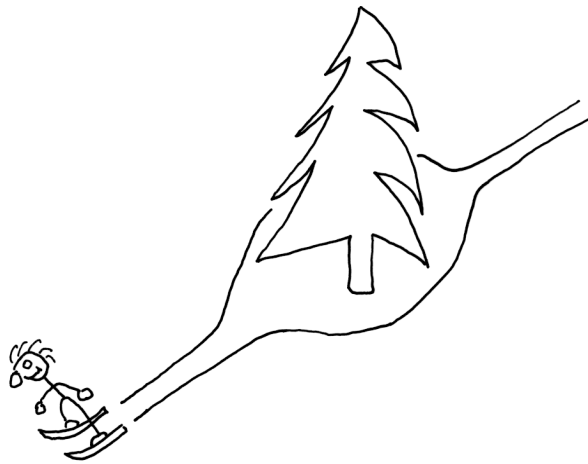
„Nun, Quantenfaxen funktioniert etwas anders, aber im Prinzip sehr ähnlich“, antwortete Strick „In einem gewissen Sinn geht Information weder verloren noch

kann sie kopiert werden. Wenn sie aber nicht kopiert werden kann, dann scheint es nur eine einzige Möglichkeit zu geben, Information zu übertragen: Sie muss während des Sendens auf der Senderseite vernichtet werden. Dann kann man sie übertragen und am anderen Ende der Leitung auf der Empfängerseite wieder herstellen und verwenden. Oder fällt dir etwas Besseres ein?“

Strick hatte geendet und sah Alexander an, als erwarte von ihm tatsächlich eine andere Möglichkeit.

So einfach wollte Alexander den Professor aber nicht davon kommen lassen. Heute Morgen bei dem Experiment hatten alle schon so geheimvoll und schlau von Quanten geredet und nun fing auch Strick so an. Er aber wollte den Dingen auf den Grund gehen: „Sag mir doch bitte erst einmal, was Quanten sind. Was meinst du mit Quantenwelt oder Quanteninformation? Hängen Quanten mit den Atomen zusammen? Und beim Quantenfaxen faxt man die Quanten oder was?“

Strick schaute etwas verdaddert, so als würde er erst jetzt begreifen, wie wenig sein Gegenüber wusste. Dann lehnte er sich zurück und begann: „Unter einem Quant könnte man sich beispielsweise eine Art Teilchen oder Klick in einem Messgerät vorstellen. Elementarteilchen, also zum Beispiel Lichtteilchen oder Photonen, können solche Klicks auslösen, wenn sie auf einen Schirm auftreten und dort gemessen werden. Das Wichtige darin ist, dass es zu jedem möglichen Zustand nur eine natürliche Anzahl solcher Teilchen geben kann, oder auch überhaupt kein Teilchen. Man sagt dann, dass dieser Zustand mit null, eins, zwei oder mehr Quanten besetzt ist. Es gibt deshalb auch keine Bruchstücke solcher Quanten, also zum Beispiel ein halbes Photon. Die Quanten erscheinen nur in ganzer Anzahl oder überhaupt nicht. Sie sind unteilbar, was aber nicht heißt, dass sie nicht in andere Quanten zerfallen können. Die Quantentheorie wurde von Max Planck um neunzehnhundert entwickelt. Mit ihr konnte man zum ersten Mal erklären, welches Licht ein Körper bei einer ganz bestimmten Temperatur abstrahlt. Die Theorie wurde dann von Einstein, Schrödinger, Heisenberg, Born, Sommerfeld, Dirac, von Neumann und vielen anderen zu dem entwickelt, was sie heute ist: zu einer universellen Theorie des Aufbaues der Materie und der Zustände des Lichtes... Aber schon früh erkannte man, dass diese Theorie viele Vorstellungen enthält, die von unserer täglichen Erfahrung komplett abweichen und absurd erscheinen. Zum Beispiel kann ein Gegenstand oder sogar ein einzelnes Teilchen zur gleichen Zeit an zwei oder mehreren Orten sein.“ Strick hatte bei diesen Worten einen großen Baum auf ein Stück Papier gezeichnet, und zwei Schneespuren eines Schifahrers, die um den Baum herumliefen und sich dahinter wieder vereinigten.



„Oder, wenn man den Geltungsbereich der Theorie auf große Gegenstände wie Tiere ausdehnt, wäre es unter gewissen Umständen möglich, dass eine Katze womöglich gleichzeitig leben oder bereits tot sein könnte.“ Strick sah Alexanders beunruhigten Gesichtsausdruck und sagte gleich darauf, „Aber nur, wenn man ein wenig wegschaut und sie nicht dauernd beobachtet.“

„Dann gibt es da die so genannte *Komplementarität*. Bestimmte Messgrößen, wie etwa Ort und Geschwindigkeit eines Elektrons, lassen sich nicht gleichzeitig mit beliebiger Genauigkeit messen. Je genauer man zum Beispiel den Aufenthaltsort eines Elektrons kennt, umso ungenauer kann man dessen Geschwindigkeit bestimmen und umgekehrt.“

Strick starrte nun an die Decke. Wie zu sich selbst sagte er dann: „Oder auch das No-Cloning Theorem. In der Quantenmechanik ist bis auf den Messprozess alles eins-zu-eins. Nichts geht verloren, und nichts kann vernichtet werden. In einem geschlossenen Universum gibt es nur die ewige Wiederkehr derselben Botschaft. Jeder Zustand ist nur eine Abwandlung des ewig Selben. Es gibt keinen Unterschied zwischen Wirkung und Ursache, zwischen einem Problem und dessen Lösung, außer der Bedeutung die du diesen Dingen gibst. Ziemlich monoton, findest du nicht?“ Er starrte noch immer an die Decke.

Obwohl er nicht alles verstand, konnte Alexander deutlich spüren, dass diese Dinge Strick ziemlich belasteten, dass er oft darüber grübelte.

Die Sache interessierte Alexander sehr: „Meinst du, es ist völlig dasselbe ist, ob ich eine Rechenaufgabe löse oder nicht?“ Strick grinste: „Na, so ganz dasselbe ist das im Alltag nicht. Aber manchmal sind ein Problem und dessen Lösung nur verschiedene Seiten ein und derselben Sache. So, wie wenn eine Kerzenflamme sich in einem Kristall spiegelt: Ihr Licht erscheint in verschiedenen Winkeln gebrochen, aber es ist immer dasselbe. Deshalb ist die Zeit vielleicht eine Illusion.“

Werden und Vergehen, Tod und Geburt sind vielleicht nur verschiedene Aspekte derselben Einheit...“ Er sah jetzt Alexander strenger an: „Aber für deine Schulnoten ist es sicherlich nicht egal, ob du nur die Aufgabe hinschreibst oder die Lösung dazu. Das ist eine ganz andere Ebene!“

Dann fuhr er fort: „Um nochmals aufs Quantenfaxen zurückzukommen. Da ist das Schema: einscannen - verschlüsseln - senden - entschlüsseln - ausdrucken. Es ist dasselbe wie vorher beim normalen Faxen. Aber nirgends kann man sich vom Original eine Kopie aufbewahren. Auch ein Vergleich ist dann nicht mehr möglich. Das macht die Sache auch für Geheimdienste so interessant: Eine Quantenbotschaft, das heißt eine verschlüsselte Nachricht, die man in so ein Quantensystem hineinpackt und versteckt, kann man nur auffangen, aber man kann sie nicht kopieren und danach weitersenden. Ein Spion kann eine Quantenbotschaft nirgendwo abfangen und kopieren und dieselbe Botschaft wieder zum rechtmäßigen Empfänger weiterschicken. Das würde der sofort merken - die Botschaft bestünde dann nur aus verstümmeltem Schrott.“

Mit diesen Worten hatte Strick ein angeschriebenes Papier vom Schreibtisch genommen, es zerknüllt und zum Fenster hinausgeworfen. So, als ob er lästige Gedanken loswerden wollte. Nach einiger Zeit hörte man von unten einen ersticken wütenden Schrei: das Papier war zufällig Professor Lockner beim Hinausgehen mitten auf den Kopf gefallen. Strick sah nur kurz hinaus und machte das Fenster gleich zu, so als wollte er den Vorfall vertuschen.

Alexander musste gehen und verabschiedete sich schnell. Er sprang die Treppe mit großen Sätzen hinunter. Unten sah er dann Professor Lockner noch immer mitten auf der Straße stehen. Er hatte den Zettel geöffnet und studierte ihn mit anscheinend großem Interesse. Ein Auto war bereits stehen geblieben, um ihn nicht zu überfahren. Als einiges Hupen nichts nutzte, fuhr der Lenker im Rückwärtsgang die Boltzmann-gasse wieder zurück und verschwand im tosenden Nachmittagsverkehr.

Kapitel 6

Ein ferner Klang

Alexander sprach noch am Abend desselben Tages mit seinem Vater über den Besuch in Professor Lockners Labor. Und wie viele Ballons in eine einfache Schachtel passten. Sein Vater nickte nur geistesabwesend.

Hellhörig wurde er erst, als Alexander ihm bruchstückhaft erzählte, was Strick gesagt hatte. Das Ausspionieren von Nachrichten schien ihn dabei besonders zu interessieren. Aber viel konnte ihm Alexander nicht berichten. Auf Alexanders Vorschlag, er könnte ja Strick oder Lockner einmal anrufen und selbst fragen, schüttelte der Vater nur den Kopf und meinte, diese hätten sicher keine Zeit.

Am Freitag der darauf folgenden Woche wurde im Fernsehen der Beitrag über das Quantenfaxexperiment von Professor Lockner gezeigt. Man sah die ganze Klasse über die Apparate gebeugt. Dann gab es ein längeres Gespräch mit Professor Lockner, welcher noch immer die Krawatte mit dem eingestickten „ $H\psi = E\psi$ “ trug und einen sehr ernsten Eindruck dabei machte, obwohl es manchmal aus seinen Augenwinkeln spitzbübisch herausblitzte. Von dem Ballonexperiment war keine Spur zu sehen!

Das Wochenende stand vor der Tür. Die Wettervorhersage war großartig, was Alexander ziemlich bedrückte. Eigentlich hätte er sich ein richtig verregnetes Wochenende gewünscht, eventuell mit Eis und Schneematsch. Dann hätte er nämlich endlich einige Freunde einladen und mit ihnen im Netz Moorrühner abschießen können. So war es aber vorauszusehen, dass er mit den Eltern und mit seiner kleineren Schwester wandern gehen musste. „Wandern“ - wenn er das Wort nur schon hörte! Es war immer dasselbe: Sie fuhren mehr oder weniger lange mit dem Auto oder der Bahn. Dann stiegen sie auf einen Hügel oder Berg hinauf bis sie erschöpft waren. Abends kamen sie meist in der Dunkelheit zurück. Als ob man seine Wochenenden nicht viel besser nutzen könnte!

Auch an diesem Samstag war es so. Obwohl Alexander ein vorbeugendes Geheule angestimmt hatte, trafen die Eltern schon wieder Wandervorbereitungen. Seine Schwester Anna murrte ebenfalls, doch konnte man deutlich erkennen, dass sie ohnehin hinauswollte. In einem Anflug von Wut warf sich Alexander auf den Wohnzimmerboden und tobte dort, wobei er auf den Teppich einschlug. Es half alles nichts. Sie gingen diesmal zum nahen Franz-Josefs-Bahnhof und fuhren in den vorfrühlingshaften Wienerwald.

An diesem Samstag passierte aber etwas Unerwartetes. Gerade als sie durch ein noch ziemlich kahles Waldstück mit hohen Buchenbäumen gingen, sahen sie eine hagere Gestalt laut singend auf sie zuschreiten. Als sie einander näher kamen, bemerkte sie der Mann und sein Gesang brach ab. Im Vorübergehen musterte er sie genauer und grüßte sie freundlich. Alexander konnte es kaum glauben - der Sänger im Wald war Professor Strick!

Strick war etwas verlegen und stammelte zuerst etwas von einem Reisebuch aus den österreichischen Alpen von Krenek, das er geübt hatte. Hier im Wald wäre eine besonders gute Akustik und man könnte sich so richtig gehen lassen. Außerdem könnte man in der Natur und beim Spaziergehen gut nachdenken. Immer wenn er ein Problem wälzte, würde er sein Büro verlassen und hierher kommen. Er benutzte den Wald als Ideenquelle. Er war sogar etwas rot im Gesicht geworden, so also ob er peinlicherweise auf frischer Tat ertappt worden wäre.

Alexander war auch verdutzt. Sein Vater aber begriff sofort. Wahrscheinlich hatte

er Strick schon früher einmal gesehen. Er grüßte höflich und erwähnte Strick gegenüber die Erzählungen Alexanders. Strick antwortete freundlich. Die Mutter war mit Anna weitergegangen und die drei Männer blieben zurück.

Schließlich entschloss sich Strick, sie für einige Zeit zu begleiten. Er meinte, dass es ihm sowieso nur ums Spazieren ginge. Im Wald könnte er am gut nachdenken, und die besten Ideen kämen ihm dort. Immer, wenn er nicht mehr weiterwusste, ging er in den Wald, meinte Strick.

Alexanders Vater wollte wissen, wie man Geheimbotschaften mit Hilfe der Quantenphysik verschlüsseln könnte. Dabei ging es darum, eine Geheimbotschaft so zu verschicken, dass sie garantiert nicht abgehört werden konnte. Er erläuterte, dass zuerst einmal die Idee existierte, wie man fälschungssicheres Geld druckt. Strick meinte, klassisch wäre es so gut wie unmöglich, fälschungssicheres Geld herzustellen. Denn alles was man druckt, das kann man beliebig oft kopieren. Es wäre nur eine Frage des Aufwandes, wie gut das Falschgeld wäre. Im Prinzip könnte man es absolut ununterscheidbar vom echten Geld machen. Oft käme dabei aber das gefälschte Geld dann aber teurer als das echte.

Beim Quantengeld wäre die Situation aber anders, behauptete Strick. Eine Quantenmünze wäre prinzipiell nicht zuverlässig zu kopieren. Das läge an den physikalischen Prinzipien, die das Kopieren nicht zuließen. Auch wenn man noch so viele Physiker und Mathematiker dranließe. Zumindest solange, als die Quantentheorie ihre allgemeine Gültigkeit behielte. Und wenn dem nicht mehr so wäre, dann wäre das eine wissenschaftliche Sensation und die Nachricht darüber würde sich sicherlich bald verbreiten. Strick grinste bei dieser Vorstellung.



Er erzählte, dass sogar einmal die Nationalbank im Physikinstitut angerufen hätte. Eigentlich wollte man den Kollegen Lockner, aber da dieser wieder einmal im Ausland weilte, hatte man das Gespräch zu ihm durchgestellt. Ein Herr von der Grundsatzabteilung der Nationalbank hätte ihn gefragt, ob Quantengeld wirklich fälschungssicher wäre und ob man es leicht herstellen könnte. Die erste Frage hatte er dann bejahen müssen, aber die zweite verneinen. Er hatte dem Anrufer dann auch noch die leider viel zu wenig bekannte Arbeit von Wiesner über Quantenverschlüsselung geschickt, mit der alles anfang. Seitdem hatte Strick aber nie wieder etwas von der Nationalbank gehört. Die würden wahrscheinlich bis zum heutigen Tag über diesen Papieren brüten. Oder aber, was noch viel wahrscheinlicher war: die Artikel waren schon längst in den Papierkorb gewandert, grundsätzlich geschreddert und zerstückelt wie wahrscheinlich in der Grundsatzabteilung üblich. Sicher ist sicher. Strick und Alexanders Vater mussten bei dieser Vorstellung lachen.

Strick meinte auch, dass bei der Quantenverschlüsselung zwei Dinge von entscheidender Bedeutung wären. Zum einen die Nichtkopierbarkeit von allgemeinen Quantenzuständen. Zum anderen aber auch das Phänomen der so genannten Komplementarität. Strick meinte: „Komplementarität bedeutet, dass es Eigenschaften und Messgrößen, wie zum Beispiel der Aufenthaltsort und die Geschwindigkeit eines Teilchens, gibt, die man nicht gleichzeitig messen kann. Von zwei komplementären Eigenschaften kann man zum Beispiel die erste Eigenschaft messen. Dann bleibt die zweite Eigenschaft unbestimmt. Oder man kann die zweite Eigenschaft messen, dann bleibt aber die erste unbestimmt. Genauso ist das mit dem Präparieren oder Programmieren von Gegenständen, wie zum Beispiel Quantenmünzen oder eine Quantennachricht. Man kann sie genau programmieren, eine Eigenschaft zu erfüllen. Dann bleibt die andere Eigenschaft aber unbestimmt. Umgekehrt ist das genauso.“

Nehmen wir einmal an, wir hätten einen Erlaubniscode zur Abhebung eines Geldbetrages oder eine geheime Botschaft mit so einer bestimmten Eigenschaft verschlüsselt. Angenommen ein Falschmünzer oder Spion kennt diese Eigenschaft nicht, mit der die Botschaft verschlüsselt wurde. Wenn er durch Zufall die richtige Eigenschaft errät, dann hat er gewonnen. Liest der Falschmünzer oder Spion aber die falsche Eigenschaft, so erhält er absolut zufälligen Schrott. Gleichzeitig ist dann auch die Münze wertlos geworden und die Botschaft verschwunden, denn die nachträgliche Messung hat den Quantenzustand verändert. Daraus gibt es kein Entrinnen, zumindest nicht im Rahmen der derzeitigen Quantenmechanik. Man muss sich entscheiden: Entweder man misst das eine, zum Beispiel den Aufenthaltsort eines Teilchens, oder das andere, zum Beispiel dessen Geschwindigkeit. Beides gleichzeitig ist unmöglich. So ist das nun einmal. Ein Freund nennt das das ‘Mysterium Quanticum’. Aber das sind nur Worte.“

„Wird das immer so bleiben?“ wollte Alexander wissen.

„Das wissen wir nicht so genau. Zu jeder Zeit hat es danach ausgesehen, dass alles beim Alten bleibt. Und das hat sich nachher immer als falsch herausgestellt. Unser gesamtes Wissen ist nur vorläufig. Vielleicht kommt morgen ein begabter Student zu mir und zeigt mir, wie es weitergeht, wie man es besser machen kann. So etwas sollte man in der Wissenschaft nie ausschließen“, antwortete Strick, „aber in diesem Jahrhundert sind schon ganze Generationen von Forschern gegen diese Eigenschaft der Quanten, der Komplementarität, erfolglos angerannt.“

„War nicht sogar Einstein dagegen?“, wollte Alexanders Vater wissen.

„Einstein und viele Gründerväter der Quantentheorie“, antwortete Strick, „besonders aber Einstein. Er wurde unter anderem dadurch berühmt, dass er eine Theorie des Raumes und der Zeit und der Schwerkraft aufstellte, die völlig neu war. Und schon früh hat er eine Methode vorgeschlagen, mit der man Lichtteilchen, so genannte „Photonen“ sichtbar machen konnte. Einstein wollte auch das Auftreten zufälliger Ereignisse nicht akzeptieren. Es gibt Elemente des

absoluten Zufalls in der Quantentheorie, die sind absolut und unauflöslich. Die Welt erscheint darin beinahe wie ein Glücksspiel, welches zwar gewissen Regeln unterworfen ist, aber ein Glücksspiel bleibt sie doch. Das hat Einstein sehr gestört. Einmal hat er geschrieben, 'Gott würfelt nicht'. Er hat bis zuletzt geglaubt, dass die Quantenmechanik nur eine unvollständige Theorie ist, die irgendwann einmal einer vollständigeren Theorie weichen muss. Eine solche vollständige Theorie könnte dann weniger zufällige Elemente enthalten, und wohl auch keine Komplementarität.“

„Und was ist ihre persönliche Meinung?“, fragte Alexanders Vater.
„Meine Meinung ist, dass wir die Rationalität nicht so schnell aufgeben sollten. Kaum hat sich das Abendland vom irrationalen Denken losgelöst und hat begonnen, die Natur mit exakten mathematischen Mitteln zu beschreiben, beginnen wir wieder den absoluten Zufall durch die Hintertür hereinzulassen.“

Strick hatte während des Redens nicht auf den Weg geachtet, sodass seine Schuhe beinahe in einer sehr feuchten Stelle im Schlamm versunken wären. Ein Freund nannte das auch 'einen Lachs fangen'. Strick putzte sich im Laub einigermaßen ab und war dadurch einige Zeit abgelenkt. Nach dieser Panne fuhr er fort: „Meiner Beobachtung nach gibt es zwei Lager: diejenigen, die den Zufall nicht wollen, und diejenigen, die eine absolute Vorherbestimmtheit nicht vertragen. Die einen fürchten sich vor dem Irrationalen, dem Dämonischen, dem unbeeinflussbaren Schicksal. Die anderen schrecken sich vor der Vorstellung eines Universums, das wie ein Uhrwerk funktioniert: einmal aufgezogen, entwickelt es sich mit einer unerbittlichen, unaufhaltsamen Präzision seinem vorbestimmten Ende entgegen. Wo bleibt da der freie Wille der Menschen, seine Verantwortung? Das wäre höchstens eine Illusion. Und für alles gäbe es eine Ausrede! Die Leute richten sich oft danach, wovor sie sich gerade am meisten fürchten: vor dem absoluten zufälligen Chaos, oder aber vor der unerbittlichen Vorherbestimmtheit aller Ereignisse.“

Als Strick das sagte, verfinsterte sich sein Blick. Und auch Alexander, der diesen Gesichtsausdruck schon kannte, beschlich eine Trostlosigkeit und Verwirrung, mit der er momentan schwer fertig wurde, wie ein Nachmittagsgespens aus heiterem Himmel. Glücklicherweise hatten seine Mutter und seine Schwester auf sie gewartet, um ihnen vorzuschlagen, an einer Waldlichtung eine Mittagspause einzulegen.

Strick verabschiedete sich schnell mit der Bemerkung, er müsse noch etwas Gesang üben. Man hörte ihn nach einer Weile etwas verloren im Wald singen. Fast schien dieser ferne Klang die Fortsetzung der tiefen Ratlosigkeit zu sein, die Alexander und sein Vater bei Strick erahnt hatten.

Kapitel 7

Vom Sitzen und vom Denken

Was tut ein Physiker, außer am Computer spielen und Moorhühner abschießen? Alexander wusste, dass er Strick am besten nachmittags nach vier aufsuchte. Die Sekretärin war dann schon gegangen, und Strick war in einer etwas entspannteren Stimmung als früher am Tag. Einmal in der Woche spielte seine Klasse am Nachmittag Fußball, und nachher konnte Alexander ohne größere Umstände bei Strick vorbeischauen.

Und richtig - da saß Strick auch schon am Schreibtisch und starrte durchs Fenster auf die vorbeiziehenden schweren Wolken, aus denen es manchmal herausregnete. Sein Gesicht war von der Tür abgewandt. So erkannte er Alexander erst, als dieser sich mit einem „Hallo“ bemerkbar machte.

„Hallo, wie war's noch im Wald?“, fragte Strick.

Alexander verzerrte sein Gesicht, so als hätte er gerade in eine Zitrone gebissen und dabei gleichzeitig lächeln müssen. Ohne auf die Frage näher einzugehen, kam er schnurstracks zur Sache: „Was machst du eigentlich die ganze Zeit hier?“ Strick schien etwas verblüfft über diese Frage zu sein. Er dachte eine Weile nach und antwortete dann:

„Ich versuche die Wahrheit über diese Welt zu finden, ihre Gesetze, ihre Geheimnisse, ihre Rätsel. Meistens sitze ich da und denke. Oder ich schreibe das Nachgedachte auf. Oder ich bereite mich für einen Vortrag vor. Oder ich sitze einfach nur da und sonst nichts. Ich höre in mich hinein. Oder ich denke mir ein Experiment aus. Denn“, Stricks Stimme bebte jetzt: *Wie erfindet man etwas, wie kriegt man etwas über die Welt heraus, wie entlockt man ihr ein Geheimnis? Durch Nachdenken und Experimentieren, durch Versuch und Irrtum!* “

Alexander schwieg weniger beeindruckt als verblüfft über diese Tätigkeitsfülle. Er hatte Strick in Verdacht gehabt, dauernd mit dem Computer zu spielen.

„Darf ich dich einmal begleiten, wenn du einen Vortrag hältst?“, fragte Alexander nach einer Weile zaghaft. „Ja, im Prinzip schon. Meistens sind die Vorträge aber nur für Kollegen und Studenten verständlich“, gab Strick zu bedenken, „aber du hast Glück, in zwei Wochen soll ich einen allgemein verständlichen Vortrag über die Zeit und die Relativitätstheorie halten.“ Er schob Alexander, noch während er sprach, einen Zettel hin, auf dem in sehr großer Schrift zu lesen war:

*Vortragsankündigung
Im Rahmen des Vortragszyklus
‘Physikalisches Weltbild’
Professor Gordon Strick
spricht über
Raum, Zeit und Relativitätstheorie*

Der Zettel beinhaltete auch noch Ort und Zeit der Veranstaltung. Alexander steckte ihn schnell in seine Schultasche und nahm sich vor, mit seinem Vater hinzugehen.

„Ist das nicht schrecklich schwierig und stressig, dauernd nachzudenken? Worüber denkst du da nach? Fällt einem da auch immer etwas ein?“ nahm Alexander das Thema wieder auf.

Strick wiegte mit dem Kopf: „Manchmal fällt mir viel ein, dann wieder nicht. Natürlich kann ich nicht garantieren, dass mir immer, wenn ich will, etwas einfällt. Und ich kann noch weniger garantieren, dass das, was mir einfällt, etwas Sinnvolles ist. Aber sollte mir etwas einfallen, versuche ich das in Formeln auszudrücken. Dann schreibe ich diese mathematischen Formeln zusammen mit einem erklärenden Text auf. Daraus entsteht dann ein Artikel in einer Fachzeitschrift. Meistens sind es Antworten auf selbst gestellte Fragen. Manchmal ist die Frage wichtiger als die Antwort. Weil sie den Weg weist zu neuen Möglichkeiten, über die Welt nachzudenken.“

„Was sind Fachzeitschriften?“ „Fachzeitschriften sind Zeitschriften wie viele andere mit dem Unterschied, dass die behandelten Themen wissenschaftliche sind. Summa summarum: ich produziere so genannte *Papers*, Manuskripte.“

„Und damit kann man etwas bewirken?“, wollte Alexander wissen.

„Ja, man kann manchmal damit die Grundlage schaffen für Dinge, die den Menschen nutzen, ihnen neue Erkenntnisse bringen, die sie dann in die Praxis umsetzen. Manchmal kann man sogar Geld damit verdienen“, entgegnete Strick, „allerdings weiß man nie genau, was dabei letztendlich herauskommt.“

Und das ist heutzutage ein Problem: Früher haben die Monarchen, die Könige und Kaiser sich die Universitäten gehalten, genauso wie sie sich auch Theater, Opern oder Hofnarren gehalten haben. Das gehörte sozusagen zum guten Ton dazu. Heutzutage wollen die Wähler ganz genau wissen, wofür sie ihr mühsam erarbeitetes Geld ausgeben. Das ist natürlich verständlich. Und die Bürokraten in der Verwaltung wollen alles ausgetüftelt haben, weil sie glauben, dass ihre Statistiken etwas über die Qualität aussagen, bloß weil sie Zahlen enthalten. Die Anzahl der Studierenden und eine Leistungsbeurteilung in der Lehre, und zuletzt noch die Forschung nach Geschäftsplan! Wie viele Artikel hat man in einem Jahr veröffentlicht und wie viele Vorträge gehalten. „Objektivierung“ nennt man das. Verrückt! Die haben keine Ahnung! Sie sind uns neidisch auf unsere Freiheit im Denken und in der notwendigen Muße, ohne die es nicht geht. Wollen uns Stress machen und uns zur Weltklasse stoßen. Die Wissenschaft bleibt dabei komplett auf der Strecke. Niemand scheint etwas zu merken und keiner sagt etwas.“

Alexander starrte Strick etwas verständnislos an: „Meinst du, du kriegst nur etwas

bezahlt, wenn du hier sitzt und denkst? Oder du kriegst dafür bezahlt dass du hier sitzt? Oder dafür dass du denkst?“

Man merkte Strick deutlich an, dass ihm das Thema nahe ging. „Anwesenheit ist in der Wissenschaft nicht gefragt, und Abwesenheit genauso wenig. Das ist kein Kriterium und hat auch nichts mit der Qualität der Arbeit zu tun. Ein Wissenschaftler kann ein ganzes Leben lang schlechte Vorlesungen halten und in seiner Dienstzeit wandern gehen oder schifahren oder schwimmen oder Computer spielen. Wenn er nur einmal einen goldenen Moment hat, eine tolle Idee: damit ist alles gerechtfertigt.

Albert Einstein zum Beispiel, der von 1879-1955 lebte und als größter wissenschaftliche Denker der modernen Welt gilt, hätte, vielleicht mit einer einzigen Ausnahme, von 1920 an bis an sein Lebensende segeln gehen können, denn er war ein begeisterter Segler. Dabei konnte er angeblich nicht einmal schwimmen! In dieser Zeit ist er zwar erst so richtig berühmt geworden, aber eingefallen ist ihm danach nicht mehr viel. Er selbst hat gesagt, dass er nur aufs Institut geht, um mit einem anderen Mathematiker sprechen zu können.“

Strick hatte sich in einen richtigen Strudel hineingeredet. Er fuhr, lauter werdend, fort: „Und die Fachkollegen setzen einem auch manchmal gehörig zu. Jede bahnbrechende Idee war einmal neu und widersprach der althergebrachten Denkungsart. So etwas setzt sich schwer durch. Diejenigen, die diese Ideen vorschlagen, werden zuerst einmal als Ketzer und Abtrünnig behandelt. Oft werden neue Ideen von den Fachkollegen so aufgenommen, als stellten sie eine unglaubliche Frechheit dar, oder eine Peinlichkeit. Das liegt manchmal daran, dass viele Fachkollegen mit den alten Ideen groß geworden sind und durch diese zu Amt und Würden gekommen sind. Manche werden mit der Zeit denkträge; wenn sie das nicht schon immer waren. Wenn es einmal jemand wagt, sich offen zur Idee zu bekennen, werden seine Artikel in der Fachpresse zerrissen oder erscheinen nur schwer, weil die Zensur das verhindert. Allerdings ist eine gewisse Skepsis nicht ganz unbegründet. Das Meiste, das neu vorgeschlagen wird, stellt sich später als unbrauchbar heraus. Aber wer nicht wagt, der gewinnt auch nichts! Wir sollten neuen Ideen gegenüber sehr offen sein.

Wenn sich die Idee dann als richtig herausstellt und überprüfbar, dann ist es eine Revolution! Aber schon nach kurzer Zeit wird auf einmal alles plötzlich zur Selbstverständlichkeit, zum Alltag. Dieselbe Art von Kollegen, die früher dagegen war, verteidigt nun plötzlich die neue Sichtweise bis aufs Messer. Und dann beginnt das Spiel von neuem. Max Planck, einer der Begründer der Quantenmechanik, von dem ich dir ja schon erzählt habe, hat einmal gesagt, eine neue Theorie setzt sich nicht durch, weil die Fachkollegen überzeugt werden können, sondern deshalb, weil die Anhänger der alten Theorie aussterben. Das ist ein ungeheuer dynamischer Prozess, es fliegen dabei dauernd die Fetzen - im

übertragenen Sinn natürlich. Man kann aber nie im Voraus sagen, welches Forschungsprogramm gewinnen wird, leider..."

Er seufzte: „Sowas kann man seinem Geldgeber und den Steuerzahlern schwer begreifbar machen. Dass Ideen Arbeit schaffen und etwas wert sind, dass Denken sich bezahlt macht. Und außerdem ist bloßes Denken eben auch keine Gewähr dafür, dass dabei etwas herauskommt. Viele Wissenschaftler erleben so einen Moment in ihrem ganzen Leben nicht.“

Strick hatte sich erhoben und war im Zimmer herumgegangen. Schließlich hatte er in den Papierkorb geschielt, sich schnell vorne über gebeugt und ein Papierblatt herausgeholt, das er wieder auf seinen Schreibtisch zurücklegte. Alexander sah, dass sich auf dem Blatt einige Kreise befanden. Er begriff auch, dass das stempelartige Abdrücke von der Unterseite von Kaffeetassen waren, die überall herumstanden. Die braune Farbe war Kaffee!

Strick fuhr fort: „In meinem Fach kann man nie wissen, ob nicht die Beschäftigung mit den harmlosesten und grundlegendsten Dingen das Tor aufstößt zu gewaltigen Umwälzungen. Das Paradebeispiel ist Albert Einstein. Der hat im Schweizer Patentamt in Bern, wo er arbeitete, über die Gleichzeitigkeit von zwei Ereignissen nachgedacht. 1905 veröffentlichte er seinen ersten Aufsatz über die spezielle Relativitätstheorie. Er hat sich gefragt: wann kann ich behaupten, dass zwei Ereignisse zur gleichen Zeit passieren? Und was war die Folge davon, was ist dabei letztendlich herausgekommen, wozu hat das geführt?“ Strick beantwortete sich diese Frage selbst: „Zur Energiegewinnung durch Ruhemasseverkleinerung, zum atomaren Feuer, zur Atombombe. Er hat über die Theorie der Gleichzeitigkeit nachgedacht und ist dabei auf die Atombombe gestoßen! Denn die Beantwortung der Frage, wann zwei Ereignisse zur gleichen Zeit passieren, hat uns neue Zusammenhänge zwischen Masse und Energie gelehrt. Und damit wurde ein Anstoß gegeben, zu versuchen, ob Masse nicht in Bewegungsenergie und Wärme umgewandelt werden können.“

Bei diesen Worten hatte Strick seinen Bildschirm gedreht, sodass ihn Alexander besser sehen konnte. Über dessen Fläche flimmerte nun ein alter Film. Man sah Männer mit ernsten und entschlossenen Mienen, Baracken soweit die Kamera reichte, und Fabriken und Werkshallen so groß wie ein ganzes Autowerk. Im Inneren durchzog ein Netz von Röhren diese Hallen, aber man konnte anfangs nicht erkennen, wofür all dieser Aufwand passierte. Dann sah man das Produkt: eine mannshohe Kugel, die auf einem Turm stand und mit vielen Drähten und Schläuchen mit merkwürdigen Apparaturen verbunden war. Und dann sah man eine Explosion, der weitere folgten, jede gewaltiger als die vorhergehende. Es war immer dasselbe: zuerst ein greller Blitz, dann eine rasende Druckwelle. Eine anfänglich kugelförmige Wolke erhob sich wabernd zu einem immer gewaltiger anschwellenden pilzartigen Luftgebilde.

Alexander kannte diese Bilder bereits, aber noch nie hatte er sie in dieser Dichte erlebt. Sie sollten ihn sein ganzes Leben begleiten, manchmal im Traum, manchmal auch am Tag. Sie wirkten auf ihn majestätisch schön und beklemmend zugleich. Dokumente der menschlichen Macht und der menschlichen Hilflosigkeit. Der Film dauerte eine Ewigkeit. Eine Orgie an blanker, entfesselter Naturgewalt. Er konnte sich kaum vom Bildschirm losreißen. Auch Strick starrte wie gebannt auf die Folge von Explosionen. Als der Film endlich geendet hatte, sagte er ernst: „Unser Denken verändert die Welt. Wir verändern die Wirklichkeit nach unseren Vorstellungen. Dabei ist jeder Nutzen, jede Möglichkeit, jeder Segen gleichzeitig auch ein Fluch, denn das Denken eröffnet auch die Mittel zu bösen Taten.“

Aber wir haben gar keine andere Wahl. Viele Leute meinen, wir könnten die Dinge langsamer tun, und wir sollten nicht so viel forschen und uns selbst beschränken. Das ist alles Quatsch, falsch verstandener Moralismus! Diese Leute kapieren nicht die wahren Verhältnisse! Wir stehen mit dem Rücken zur Wand, und wenn wir nicht bald den Sprung ins All, den Sprung zu den Sternen schaffen, dann wird es sehr ungemütlich werden auf diesem Planeten! Wir brauchen Forschung, Forschung und nochmals Forschung!“ Strick verstummte plötzlich, sein Blick schien in der Ferne zu verharren...

Alexander wartete. Was kam nun wohl wieder? Er war ja schon einige Überraschungen gewohnt, aber diesmal...

Der Professor wandte sich plötzlich Alexander zu, sah ihn scharf an und fragte: „Hast du ausreichend Turmrechnen geübt? Und weißt du wie viele Millimeter ein Meter sind? Ich hab’ mich bei sowas auch immer schwer getan.“ Alexander sah ihn unverständlich an. Strick half nach: „Na, eure Klasse schreibt doch morgen eine Mathematik-Schularbeit, nicht?“ Das stimmte. Alexander war verblüfft. Woher wusste Strick das? Vom ihm jedenfalls nicht. Stand er etwa mit seinem Lehrer im Bunde?

Strick, der Alexanders Verwirrung bemerkte hatte, wühlte nun auf seinem Schreibtisch herum, zog einen Zettel hervor, hielt ihn einen Moment unschlüssig in der Hand und überreichte ihn dann. „Schau dir das, was ich dir jetzt gebe, genau an. Aber verrate mich nicht!“, sagte er und zwinkerte ihm zu.

Dieser starrte den Zettel entgeistert an. Dort stand klar und deutlich leserlich: *Dritte Mathematik-Schularbeit der Klasse 4b*. Und darunter: Beispiele 1-4! Klar, das waren die Aufgaben der morgigen Klassenarbeit! Woher hatte Strick diese bekommen? *Aus der Zukunft*? Strick wischte den verstörten Blick Alexanders mit einer Geste seiner Hand hinweg und nahm den Zettel wieder an sich. Offensichtlich wollte er über die Herkunft des Zettels nicht sprechen.

Alexander hatte es nun sehr eilig heimzukommen. Möglicherweise träumte er das

alles. Er verabschiedete sich hastig von Strick. Draußen war die untergehende Sonne durch die Wolkendecke gebrochen. Ihre blutroten Strahlen beleuchteten die Unterseite der Wolken mit glänzendem Licht. Ein Flugzeug zerteilte den Himmel mit seinen Kondensstreifen. Überall taute es in pastosen Farben. Der Frühling war nicht mehr fern.

Kapitel 8

Eine Überraschung kommt selten alleine

Alexander erhielt täglich dutzende Werbesendungen per E-mail. Selten befand sich im „Briefkasten“ etwas Brauchbares. Oft fand er darin als Anlagen getarnte Computerviren. Als er deshalb eine unscheinbare E-mail mit dem Betreff „Vortrag“ von einem unbekannten Absender erhielt, warf er diese zuerst einmal weg. Erst später fiel ihm ein, dass die E-mail vielleicht von Strick hätte verfaßt sein können. Schnell holte er die Nachricht aus dem elektronischen Papierkorb. Tatsächlich, sie stammte von Strick! Der bat ihn, gelegentlich zu ihm zu kommen.

Alexander ließ sich nicht lange bitten. Früh am nächsten Nachmittag stolzierte er an der Sekretärin vorbei, der er einen Ausdruck der E-mail vor die Nase hielt und ging direkt in Stricks Zimmer. Strick war nicht da, aber immerhin durfte er in seinem Zimmer warten.

Er schaute sich um. Die Eisenbahnschienen umrundeten noch immer die Sitzbank, auf dem Bildschirm schlugen noch immer Meteoriten auf die Erde auf, und auch die herumliegenden Papierstapel sahen wie immer aus. Es gab keine Angabezettel für künftige Schularbeiten der 4b-Klasse. Die Seiten eines Manuskriptes lagen verstreut auf Stricks Schreibtisch. Strick hatte darin stark herumgestrichen und zahlreiche Bemerkungen hineingeschrieben. Es trug den Titel: *Die Bedeutung der Primzahlen für die Physik*. Ein Artikel, an dem Strick vermutlich arbeitete. Irgendetwas hatte sich aber verändert, das spürte Alexander. Es lag etwas in der Luft.

Kurz darauf betrat Strick das Zimmer. Er freute sich offensichtlich, Alexander zu sehen und bat ihn gleichzeitig um Entschuldigung, dass er in der Schule hatte anrufen lassen, um nach seiner E-mail Adresse zu fragen. Dann saßen sie sich gegenüber. Alexander begann auf seinem Sitz herumzurutschen, als er Stricks prüfenden Blick bemerkte. Was wollte der ihm wohl Wichtiges sagen? Hatte er etwa etwas angestellt?

„Ich muss verreisen“, stieß Strick plötzlich sichtlich aufgeregt hervor.

„Wohin denn?“

„Zu einer Konferenz. Die haben mich ziemlich unerwartet eingeladen.“

„Eine Konferenz, worüber denn?“, Alexander war neugierig geworden.

„Über neue Antriebstechniken für die Raumfahrt. Die NASA, die Weltraumagentur der USA, veranstaltet sie“, meinte Strick. Seine Stimme verriet eine Erregung, die Alexander nicht ganz nachvollziehen konnte.

„Außerdem“, fuhr Strick fort, „haben wir ein altes Labor entdeckt.“ „Ein altes was?“, entfuhr es Alexander. „Das Forschungslabor von Professor Florian Bugholz. Das war ein verschrobener Kauz. Er hat nicht viel veröffentlicht, eigentlich gar nichts. Viele meinen, dass das es ihn gar nicht gegeben hat. Eine Art Gerücht, sozusagen. Er stand aber unter kaiserlicher Protektion. Anscheinend hat er ein geheimes kakanisches Forschungslabor betrieben!“

„Was meinst du mit kakanisch?“

„Kakanisch steht für k.k., einer Abkürzung für kaiserlich und königlich und bezieht sich auf die Entstehungszeit des Labors in der alten Donaumonarchie, als der Kaiser Österreichs zugleich König von Ungarn war. Schon immer hat das Gerücht herumgegeistert, es gäbe hier im Haus ein geheimes Forschungslabor, das vor langer Zeit vom alten Bugholz benutzt worden sein soll. Das war gleich nach der Fertigstellung des Hauses, noch in der Monarchie, etwa um 1910. Beweisen konnte man bis jetzt aber nichts.

Der alte Kaiser Franz Josef hat damals sogar Alchemisten beauftragt, Gold aus anderen Metallen herzustellen, das ist allgemein bekannt - zur Geldbeschaffung und zur Aufbesserung der Staatskasse. Er war ja immer geizig, hat sogar seine Korrespondenz auf die Ränder von Bittbriefen (Eingaben) anderer Leute geschrieben, hört man. Und auf diese Masche ist Bugholz damals anscheinend aufgesprungen. Er hat den Aberglauben und die Alchemie dazu benutzt, für seine privaten Forschungen Geld herauszuschlagen.

Recht clever, der alte Bugholz! Er hat sicher nicht ans Golderzeugen geglaubt. Aber er hat Geld gebraucht für seine etwas verschrobenen Forschungsprojekte. Die Kollegen haben ihn damals belächelt. Immerhin hat er damals allerhöchste Kreise der Monarchie dafür gewinnen können. Der Kaiser selbst hat ihm wirklich so ein Labor eingerichtet, damals hier Wien.

Und das hat man vorgestern gefunden. Im Keller unten, hinter einem riesigen Eichenregal im Bibliotheksmagazin.“

„Ein Geheimlabor! Das ist ja cool! Aber Alchemie? Was ist das?“, wollte Alexander wissen. Strick war bereits in Fahrt gekommen:

„Durch lange Forschungen haben wir herausgefunden, dass alle Materie unserer Welt aus ganz bestimmten chemischen Grundstoffen aufgebaut ist und diese Grundstoffe nennen wir *Elemente*. Heute wissen wir, dass jedes dieser Elemente aus einer einzigen Atomart besteht, die durch die Anzahl der positiven elektrischen Ladungsträger im Atomkern bestimmt wird.

Und nun zur Alchemie: Sie hat sich im Mittelalter entwickelt. Damals wusste man nichts von den chemischen Elementen im heutigen Sinn. Man hat aber an die Verwandlungsmöglichkeit aller Stoffe in einander geglaubt. Die Alchemie war, wenn du so willst, eine Art Geheimlehre, eine frühe, sehr verschrobene Form der heutigen Wissenschaften, vor allem der Chemie, wie wir unsere heutige Lehre von den Elementen und ihrer Verbindungen nennen. Die Alchemisten nun experimentierten in geheimen Labors, um diese Stoffumwandlungen zu erreichen. Zum Beispiel sollte aus billigem Quecksilber kostbares Gold hergestellt werden. Das war natürlich völliger Schwachsinn, aber viele Leute, auch Kaiser und Könige, haben daran geglaubt. Alles Gerede, falscher Zauber, ohne Beweis!“ Strick winkte unwirsch ab.

„Also hat es bis jetzt keiner geschafft, aus Quecksilber Gold herzustellen?“
„Na, so würde ich das nicht behaupten. Heute können wir aus Quecksilber letztendlich doch Gold herstellen. Wir können sogar jedes Element, das in der Natur vorkommt, in jedes beliebige andere Element verwandeln oder *transmutieren*, wie wir Fachleute es nennen. Wir können sogar ganz neue, das heißt künstliche Elemente herstellen. In gewisser Weise haben wir damit den alten Traum der Alchemisten verwirklicht. Allerdings brauchen wir dafür riesige Maschinen: Reaktoren und Beschleuniger. Die alten Alchemisten erscheinen aus heutiger Sicht wie Affen, die auf den höchsten Baum klettern und hoffen, damit zum Mond zu gelangen!“, Strick kicherte bei dieser Vorstellung. Nach einer kurzen Pause fuhr er fort:

Die Menschen fragen sich natürlich schon seit Jahrtausenden, aus welchen Urstoffen die Materie ihrer Welt aufgebaut ist und kamen im Laufe der Zeit zu den verschiedensten Erklärungen und Annahmen. Sicher wissen wir aber, dass die alten Griechen in der Antike schon von Elementen sprachen. Der griechische Philosoph Thales von Milet, der um 640 v. Chr. lebte, glaubte, dass alle Materie aus Wasser aufgebaut sei. Ungefähr 100 Jahre später sah Heraklit den Ursprung aller Dinge im Feuer, wieder andere Philosophen glaubten es sei die Luft. Erst Aristoteles, wieder etwa 100 Jahre später, kam zu der Überzeugung, es müsse vier Elemente geben: Feuer, Luft, Erde und Wasser.

Beim Wort „Wasser“ sprang Strick auf und stürzte zum Fenster, nahm die grüne Gießkanne, goss zuerst einem stacheligen Kaktus etwas über den Pelz und dann sich selbst etwas in ein nebeliges Glas auf seinem Tisch. „Ja Reden macht durstig, mein Lieber, willst du auch einen Schluck? Alexander dankte höflich. Sollte er Strick nach einer kalten Cola fragen? Erstaunlich erfrischt von dem abgestandenen Wasser - oder war es vielleicht etwas anderes? - fuhr Strick mit seinem Vortrag fort:

„Unsere heutigen Elemente unterscheiden sich von denen, die die Menschen damals als die Grundstoffe der Materie betrachteten. Heute kennen wir viele

Elemente. Bei vielen handelt es sich um Metalle, von vielen hast du schon gehört, manche sind dir aber ganz unbekannt. Von Gold und Quecksilber haben wir ja schon gesprochen. Von Uran weißt du vielleicht, dass man es zur Gewinnung von Atomenergie verwendet. Aber auch gasförmige Stoffe, wie Wasserstoff und Kohlenstoff zählen zu den Elementen. Und nicht zu vergessen der Sauerstoff, den Menschen und Tiere unbedingt zum Leben brauchen...”

Beim Wort „Sauerstoff“ sprang Strick erneut hoch. Diesmal riss er das Fenster weit auf und atmete ein paar Mal tief durch. Dann plumpste er wieder in seinen Sessel. Auch Alexander hätte jetzt weiß Gott eine Verschnaufpause gebrauchen können, der Kopf schwirrte ihm, aber das mit den Alchemisten und dem Goldmachen interessierte ihn schon brennend ... Was würden seine Freunde und sein Vater bloß sagen, wenn er so etwas fertig brächte... Deshalb hieß es jetzt am Ball zu bleiben und noch mehr über diese chemischen Grundstoffe oder Elemente, wie Strick sie nannte, zu erfahren. Wer weiß? Vielleicht fand er ja selber einen Trick oder Strick plapperte das Geheimnis aus... Hatte sein Vater nicht gesagt, dieser habe sich kürzlich eine Karibikinsel gekauft? Und hatte der ihm nicht selber neulich eingebleut, man solle fragen, fragen, forschen, forschen und nie aufgeben? Na also, er ließ sich das nicht zweimal sagen!

„Woran erkenne ich denn, ob ein Stoff nur ein gewöhnlicher Stoff oder ein Element ist? Und was unterscheidet die einzelnen Elemente von einander. Und noch etwas: Was haben die Elemente mit den Atomen zu tun, den kleinen Kügelchen, die du mir neulich unter dem Mikroskop gezeigt hast? „Aha“, strahlte Strick, „ich sehe, du kriegst den Durchblick, junger Mann.“

Alles um uns herum und wir selber auch bestehen aus Materie oder Stoff wenn du es willst. Das Papier auf dem ich schreibe, oder die Tasse aus der ich trinke usw. Aber die meisten Stoffe um uns herum sind Gemische aus verschiedenen Stoffen. Davon gibt es, wie du dir denken kannst, unzählig viele und immer kommen neue dazu. *Als ein chemischen Element bezeichnen wir nun aber einen Stoff, der nicht mehr durch chemische Verfahren in einfachere, kleinere Stoffe zerlegt werden kann.* Es ist sozusagen durch und durch es selbst. Elemente sind das elementare Baumaterial zur Herstellung sämtlicher Stoffe, die wir heute kennen. Alle anderen Stoffe sind irgendwie aus ihnen zusammengesetzt. Daher kommen die Elemente selbst in der Natur nur selten rein vor, sondern meist in Verbindungen mit anderen Stoffen. Das Element Kupfer zum Beispiel ist aber eben Kupfer und besteht nur aus Kupfer, das heißt genauer aus seinen ganz eigenen Kupferatomen.

Und wenn du mich ganz logisch fragst, wie die Atome mit den chemischen Elementen zusammenhängen, dann ist das so: die Atome sind die Grundbausteine der chemischen Elemente, aus denen alle Materie besteht. Ein Atom ist das kleinste Teil eines chemischen Elementes, zum Beispiel Gold oder Quecksilber

oder Kupfer, das noch nachweisbar dessen Eigenschaften hat. Die einzelnen Elemente unterscheiden sich durch den inneren Aufbau ihrer Atome, das heißt durch ihre Atomart, von einander.

Das bedeutet: Jedes Element ist einer Atomart zugeordnet und umgekehrt, jede Atomart entspricht einem Element. Und die Atomart wird wiederum bestimmt durch die Anzahl der Protonen, der positiven Ladungsträger im Atomkern. Du erinnerst dich doch? Wir hatten ja darüber gesprochen, dass die kleinen Atome wieder aus noch kleineren Bausteinen, den Elementarteilchen, zusammengesetzt sind. Also noch einmal: die Elemente unterscheiden sich durch ihre atomaren Bausteine. Alles klar?“

Alexander strahlte Strick an und seufzte erleichtert: „Ja, ich glaub’, jetzt hat’s geklickt. Aber sag’ mir noch, wie viele Elemente man bisher entdeckt hat?

„Wir kennen bereits über 100 verschiedene chemische Elemente. Also kennen wir über 100 verschiedene Arten von Atomen, aus denen sich diese Elemente zusammensetzen. Elemente mit großen Nummern haben wir allerdings erst künstlich im Labor herstellen müssen“.

Strick schlug nun ein Buch auf: „Hier ist eine Tabelle, wir nennen sie *Periodensystem*, in der alle Elemente in einer bestimmten Weise geordnet sind, nämlich nach der Anzahl, der Anordnung der Elektronen. Du erinnerst dich doch, die Elektronen sind um den Kern der Atome angeordnet, beinahe wie Zwiebelschalen. Und die Eigenschaften dieser Schalenelektronen bestimmen im Wesentlichen die Erscheinung eines Elements, zum Beispiel seine Farbe und Festigkeit und ob es ein Metall ist und Strom leitet oder nicht.“ Strick zeigte Alexander eine Tafel, in der verschiedene Kästchen eingetragen waren. Er sagte: „Jedes dieser Kästchen steht für ein Element, und jedes Element wird durch einen bis mehrere Buchstaben bezeichnet. Die Buchstaben *Au* vom lateinischen *Aureum* stehen zum Beispiel für Gold.“

Ja genau, das war Alexanders Stichwort! „Wenn du doch so viel über die Elemente weiß, warum erzeugst du nicht einfach Gold aus anderen Elementen, das müsste doch leicht sein?“ fragte er listig.

„Keiner hat gesagt, dass das leicht geht und billig ist. Es ist zwar durchführbar, aber die Erzeugung von Gold im Reaktor oder sonstwo kommt teurer als der Abbau von Gold in Bergwerken!“, protestierte Strick und dämpfte so Alexanders Vorstellung, bald selber Gold herstellen zu können, empfindlich. So schnell ließ sich der aber nicht unterkriegen, und schon kam seine nächste Frage geschossen:

„Und woher kommen die Elemente?“ Strick runzelte die Stirn: „Soviel wir heute wissen, und das ist etwas unsicher, stammen alle schwereren Elemente aus dem Inneren von Sternen, die lange vor unserem Sonnensystem existiert haben. Viele

davon sind in einer gewaltigen Explosion zerplatzt, und in dieser Explosion haben sich dann weitere Elemente gebildet. Das waren gewaltige Ereignisse, in denen sich Elemente verwandelten. Aus den Überresten dieser Sterne der früheren Generationen hat sich dann unser Sonnensystem, und darin die Erde und alles was darauf kreucht und fleucht gebildet, also auch der Mensch.“

Alexander schaute ihn ungläubig an: „Heißt das, unsere Körper und alles um uns herum besteht aus Sternenstaub? „Ja, so könnte man das sagen. Das ist zumindest das, was wir heute darüber wissen“, entgegnete Strick, „eine romantische Vorstellung, findest du nicht: Wir sind die Nachkommen gewaltiger kosmischer Ereignisse! Beinahe poetisch! Und unser Sonnensystem wird ebenfalls wieder in sehr, sehr ferner Zukunft ein ähnliches Schicksal erleiden. Ein ständiges Werden und Vergehen, abwechselnde Zyklen von Erschaffung und Vernichtung, nicht nur hier auf der Erde, sondern in kosmischen Maßstab, im ganzen Weltall... Strick schwieg nachdenklich. „Aber das sind nur Annahmen, unbewiesene Spekulationen, neuzeitliche Märchen, Schöpfungsmythen“, räumte er ein.

Dann schlug er sich plötzlich vor die Stirn, sodass Alexander erschrocken aus seinem Sessel hochfuhr: „Da ist noch etwas. Ich wollte dich ja um etwas bitten!“

„Um was denn?“ Alexander hatte sich fast gedacht, dass Strick ihn nicht nur hergebeten hatte, um ihm mitzuteilen, dass er verreisen würde. „Könntest du einen Vortrag für uns halten?“ Als Strick das sagte, schaute er Alexander etwas streng an, jedenfalls soweit das bei ihm denkbar war.

Alexander war verdattert. Er sollte einen Vortrag halten? „Worüber denn?“, brachte er gerade noch heraus. Seine Kehle fühlte sich trocken an. „Über das, was du über den Aufbau der Welt weißt, über die Atome und das Licht und auch über Dinge, von denen du glaubst, dass du noch nichts darüber weißt aber trotzdem gerne wissen würdest“, entgegnete Strick.

„Und wo?“, fragte Alexander.

„Bei uns hier im Hörsaal. Du warst schon mit deiner Klasse hier, nicht wahr?“, Strick wusste ja bereits vom Besuch der Klasse bei Lockner. Dann versuchte er, sein Gegenüber zu beruhigen: „Keine Sorge, das wird eher ein kleiner Kreis von Kollegen, und nachher gibt's ein Buffet, bei dem man sich satt essen kann. Außerdem brauchst du den Vortrag nicht allein zu halten, du kannst ihn mit einigen Kameraden und Freunden gemeinsam gestalten.“

„Wann denn?“

„In etwa drei Wochen. Wir versuchen gerade den Termin festzulegen. Da haben wir ein kleines Treffen der Physikalischen Gesellschaft zum Thema Physik im Unterricht. Und ihr seid dabei sehr wichtig. Denn schließlich gehört ihr einer Generation an, die uns nachfolgen wird. Ihr seid unsere Hoffnung! Zuerst müssen

wir euch erklären, wie weit wir gekommen sind, aber letztendlich werdet ihr unsere Gedankenwelten überwinden. Und dann können wir von euch etwas lernen. Ich bin schon mächtig neugierig. Ihr seid die Stars!“

Alexander schwankte zwischen Schrecken und Freude. Stars? So hatten seine Lehrer das nie gesehen! Bei dem Gedanken, seine Generation sollte einmal Stricks komplizierte Physik übernehmen, wurde ihm allerdings doch etwas mulmig zumute.

Er sagte vorsichtig und zögernd zu. Strick schien seine Bedenken zu verstehen, bedankte sich lächelnd und machte ihm noch einmal Mut: So schlimm würde es nicht kommen. Er würde ihm schon helfen. Dann langte er in einen Stapel von Unterlagen, zog ein dünnes Buch hervor und gab es Alexander. Das Buch hatte einen etwas abgegriffenen roten Leinendeckel. Alexander las *Vom Wesen physikalischer Gesetze. Richard Feynman*. Als er es durchblätterte, sah er viele eigenartige Abbildungen darin, die ihn neugierig machten. Er wusste nur nicht, ob er es schaffte, das Buch zu lesen. Schließlich hatten seine Eltern gerade wieder einen halben Meter Comicshefte beim letzten Flohmarkt erstanden, die nächste Generation des Moorhuhn-Spiels war angekündigt und außerdem musste er für die Schule auch noch etwas arbeiten! Er versprach Strick aber, zumindest einmal hineinzuschauen, und verabschiedete sich.

Etwas anderes hatte ihm jedoch seit einer Weile mächtig auf der Zunge gebrannt. Im Weggehen dreht er sich noch einmal um: „Darf ich einmal ins Geheimlabor von Professor Bugholz?“ „Morgen Nachmittag um zwei Uhr gibt’s eine interne Führung“, schallte es ihm nach, als er bereits am Gang war.

Kapitel 9

Ferne Steuerungen

Der restliche Tag und die Nacht wollten nicht vergehen. Zuerst musste Alexander noch einkaufen gehen und einige Hausaufgaben erledigen. Dann konnte er endlich in den Augarten Fußball spielen gehen. Glücklicherweise traf er dort einige Freunde, deren Eltern an diesem für die Jahreszeit milden Tag leicht fröstelnd in einem kleinen Gastgarten eines Buffets saßen und sich die ersten Sonnenstrahlen ins Gesicht scheinen ließen. Aber er spielte unkonzentriert und war in Gedanken beim geheimen kakanischen Forschungslabor des Professor Bugholz.

Der Professor selbst, das hatte er bereits von seinem Vater erfahren, war längst gestorben. Er war im ersten Weltkrieg „gefallen“, wie man das zu nennen pflegte. Bugholz war anscheinend ein begnadeter Experimentator und Opernsänger gewesen, dessen Ruhm noch hundert Jahre nach seinem Tod nachklang, vermutlich auch deshalb, weil es zur damaligen Zeit noch kaum Tonaufnahmen gab.

Ganz berühmt, um nicht zu sagen berüchtigt, waren seine Demonstrationen von Funkenentladungen und Lichtblitzen. Bugholz und der 1884 nach Amerika emigrierte Tesla waren Freunde gewesen. Nikola Tesla war ein beinahe mystisches Genie. Er war unter anderem der Erfinder des Wechselstrommotors, der drahtlosen Kommunikation, des Radars, und des Röntgenapparats. In seinen späten Jahren beschäftigte sich Tesla mit Absonderlichkeiten, an die niemand so recht glauben wollte, wie zum Beispiel mit Todesstrahlen, Energieschutzschilden, dem Kontakt zu Lebewesen von anderen Planeten, oder der Bereitstellung kostenloser Energie für jedermann. Dabei wollte er die Erde als Überträger verwenden. Explosionen waren in seinen Labors nicht selten. Einige seiner Labors brannten sogar völlig aus. Vielleicht, meinte Alexanders Vater, war Tesla bloß seiner Zeit zu weit voraus, als dass diese seine Ideen als brauchbar hätte erkennen können.

Im Traum erschien ihm Professor Bugholz, ein freundlicher älterer Herr mit grauer Einstein-Mähne und weißen, leicht beschmutzten Labormantel. Komischerweise hatte er ebenfalls verschiedenfarbene Socken an. Das schien ein Markenzeichen aller Physiker zu sein! Als Bugholz bemerkte, wie Alexander seine Socken anstarrte, sah auch er zu seinen Füßen hinunter, grinste verlegen und entschuldigte sich damit, dass er seine Wäsche selber waschen müsse.

Dann trat er an einen großen, etwas altertümlich aussehenden Apparat heran, der viele Räder, Anzeigeinstrumente und Knöpfe aufwies. Bugholz winkte Alexander näher zu sich heran und deutete auf einen kleinen Schalter, den er umkippte. Es gab ein gurgelndes Geräusch und aus einem Trichter im oberen Teil des Apparats schossen laut gackernd Moorhühner heraus. In diesem Moment erwachte Alexander und bemerkte, dass er sich im Bett aufgesetzt hatte.

Seine Mutter war besorgt ins Zimmer gekommen, als sie ihn im Schlaf lachen hörte. Es war bereits morgen und Aufstehenszeit. Alexander packte noch sein kleines Elektroauto mit der Fernbedienung in seinen Rucksack, denn heute wollte seine Klasse ein Wettrennen veranstalten, und machte sich auf den Weg zur Schule.

Als er bei dem grauen Gebäude, das die physikalischen Institute beherbergte, vorbeiging, schielte er auf die Kellerfenster. Irgendwo da unten gab es ein geheimes Forschungslabor, und das würde er heute kennenlernen! Er konnte es kaum noch erwarten.

Die Schulstunden bis zum Wettrennen schlichen dahin. Endlich war es dann soweit: Dreizehn Autos unterschiedlicher Größe und Form wurden in Reih und Glied aufgestellt. Alexander und seine Klassenkollegen stellten sich dahinter. Alexanders Lehrer hielt eine Fahne in die Fahrbahn, schrie dann: „Eins-zwei-drei-los!“, und mit lautem Getöse setzten sich die Mini-Boliden in Bewegung. Leider war es mit Alexanders Auto bald vorbei. Es fiel immer mehr zurück und gab

knapp vor der ersten Kurve seinen Geist auf - Alexander hatte vergessen, die Akkus aufzuladen! So ein Mist!

Missmutig schnappte sich Alexander das Auto und stopfte es zusammen mit der Fernsteuerung in seine Schultasche. Da geschah etwas Unerwartetes: Vom Bulk der anderen Autos hatten sich zwei abgesetzt, die gerade die erste Kurve nehmen sollten. An diesem Punkt brach die Panik aus. Das Gros der Autos fuhr plötzlich wild im Zickzack, scherte einmal nach links, dann wieder nach rechts aus. Die verzweifelten Lenker versuchten mit ihren Fernsteuerungen gegenzusteuern. Aber es half alles nichts: Das Wettrennen löste sich in ein Gewirr von in Zickzackkurven dahinbrausenden Mini-Rennboliden auf.

Zwei Autos kamen direkt auf Alexander zugeschossen. Dem einen konnte er in letzter Sekunde ausweichen. Das andere fuhr ihm über die Zehen und kippte um. Bernhard, sein Freund, dem das Auto gehörte, schrie laut auf vor Wut. In der Folge krachten viele andere Autos zusammen. Aber die meisten waren nach einiger Zeit von der Fahrbahn abgekommen und im Gelände verschwunden. Sie gaben nur mehr Gas und tobten wie flinke wilde Wiesel in beliebige Richtungen davon, und das auch nach Ausschalten der Fernsteuerung! Sogar Alexanders Modell machte einige nervöse Zuckungen im Rucksack und schabte mit den Reifen.

Die jeweiligen Besitzer hetzten hinter ihren Modellen nach. Es sah aus wie eine grandiose Hasenjagd - nur eben nicht nach Hasen, sondern nach Autos!

Erst nach einer Viertelstunde konnte Entwarnung gegeben werden. Alle Besitzer hatten ihre Modelle wieder gefunden. Einige sahen jedoch erbärmlich aus! Ein Auto war auf die Straße geflitzt und war dort unter die Räder eines großen Wagens gekommen, wo es platt gewalzt wurde. Beim nachfolgenden Bremsmanöver hätte der echte Wagen beinahe einen Unfall verursacht. Ein anderes Auto war in das Becken der Wasserleitung hineingekracht und surrte nun tropfnass dahin. Die meisten Autos waren über und über mit Schmutz bedeckt und wurden von ihren Besitzer nun notdürftig gepflegt. Es bot sich ein allgemeiner Anblick der Verwüstung.

Nach dem ersten Schock bemühte sich der verständnisvolle Lehrer, so gut es ging, den Schaden zu begrenzen und das Geschehene zu erklären. „So, liebe Leute, irgendetwas scheint mit der Fernsteuerung schiefgelaufen zu sein. Aber was? Ich glaube, ich kann euch das erklären. Alle eure Fernsteuerungen funken auf derselben Frequenz, und deshalb sind alle Autos gleichgelaufen. Das geht gut, solange alle dasselbe tun. Wenn aber ein Auto einmal in eine andere Richtung als alle anderen fährt, dann schwenken alle um. Und deren Lenker drehen die Fernsteuerung, um gegenzusteuern, oder dieser Gegensteuerung gegenzusteuern. So geht das immer weiter, bis das komplette Chaos eintritt. Und genau das ist hier geschehen. Daran hätten wir natürlich denken müssen!“

Alexander verstand zwar einigermaßen, was gemeint war, aber nun fragte er sich, wie eine Fernsteuerung überhaupt funktionierte. Er wollte Strick fragen. Und was soeben geschehen war, bot einen guten Vorwand, schon vor zwei Uhr bei ihm zu sein. So war er ganz sicher, die Laborführung nicht zu versäumen. Er stahl sich von der Klasse weg, ging bereits eine halbe Stunde vor zwei Uhr in Richtung physikalische Institute und huschte die Treppen hinauf.

Strick war in seinem Zimmer. Er hörte sich aufmerksam Alexanders Geschichte an und wollte dann die genaue Uhrzeit wissen, wann das Chaos ausgebrochen war. Er tippte die Zeit in den Computer ein, zusammen mit einer Kurzbeschreibung von Alexanders Erzählung, und versandte alles als E-mail. Dann meinte er geheimnisvoll: „Da kann noch etwas anderes mitgemischt haben.“

Alexander verstand diese Bemerkung nicht. Es war ihm auch egal. Im Augenblick wollte er nur wissen, wie ein ferngesteuertes Auto funktionierte.

Strick begann bedächtig mit dem Kopf zu wiegen, als müsse er erst einmal selber stark überlegen: „Mmm, warum kann ich ein Auto überhaupt steuern, ohne es zu berühren? Vergangene Jahrhunderte hätten das sicherlich als Hexerei oder Zauberei betrachtet! Die Fernsteuerung wäre dann der Zauberstab, und das Auto wäre verhext erschienen. Dessen Besitzer hätte wahrscheinlich große Probleme bekommen! Und grenzt es nicht wirklich an Zauberei? Eine unsichtbare Kraft bringt in Sekundenschnelle etwas in Bewegung, das weit von ihrer Quelle entfernt liegt! Es stecken komplizierte Vorgänge dahinter und jahrhundertelange Forschungen und Experimente, bis uns dies möglich war.

Heute nehmen wir alles als selbstverständlich hin. So würden die meisten Menschen heute wahrscheinlich auf deine Frage antworten: Das sind ‘nur’ *elektromagnetische Felder und Wellen*, die zwischen der Fernsteuerung, die du in der Hand hast, und deinem Elektroauto übertragen werden. In der Fernsteuerung ist ein Sender eingebaut, und im Auto ein Empfänger. Der Sender sendet die Signale, die das Auto empfängt und ausführt.

Weitere Beispiele für die unsichtbare Übertragung von Signalen sind Radio und Fernsehen. Auch beim Telefon und beim Internet können Botschaften über einen ganzen Kontinent sogar um den Erdball herum geschickt werden. Hier könnte man aber sagen, dass durch das Kabel noch immer Kontakt zwischen den beiden Enden besteht. Dennoch ist es verwunderlich, wie es geschehen kann, dass ich von Neuseeland nach Österreich anrufe und die Verbindung so gut ist - oder sogar besser -, als würde ich von einem Wiener Bezirk in den anderen telefonieren. Ich versuche mir dann immer vorzustellen, dass mein Gesprächspartner auf der Südhalbkugel dabei relativ zu mir Kopf steht!

In wieder anderen Fällen bewegen elektromagnetische Felder oder Wellen kleine oder große Elektromotoren oder erzeugen Strom. Und das, obwohl kein Kontakt

zwischen den Teilen darin stattfindet. Nichts wird mechanisch gestoßen. Wenn man einen Elektromotor zerlegt oder ihm sogar von innen bei der Arbeit zusieht, dann erkennt man nicht, warum sich der Motor plötzlich zu drehen beginnt. Vorher und nachher sieht alles genau gleich aus. Wir sagen: Wir schicken in den Elektromotor Strom und er beginnt sich zu drehen.“

„Ja klar, Strom kenne ich doch“, unterbrach ihn Alexander, „damit habe ich überall zu tun: wenn ich meine Lampe anknipse, die Heizung aufdrehe oder wenn meine Mama mir einen Kuchen backt, bewegt er den Handmixer. Aber da sind immer irgendwelche Kabel, die ich in eine Steckdose stecke, und mit denen ich vorsichtig sein soll, nicht selber herumwerken. Ich soll nichts Elektrisches anfassen, wenn ich nasse Hände oder Füße habe, der Strom springt dann leicht auf meinen Körper über und kann mir einen Schlag versetzen, dass ich tot sein kann. Und mein Papa sagt auch, der Strom wird auch von Elektrizitätswerken durch Kabel entweder unterirdisch oder über die Hochspannungsmasten in unsere Häuser geleitet. Das nennt man das Stromnetz. Und wenn ich vorher Batterien und Akkus aufgeladen habe, kann ich Strom auch ohne Kabel haben. Aber hier bei der Fernsteuerung meines Autos soll der Strom oder diese komischen Felder oder Wellen ohne Leitungen einfach durch die Luft fliegen?“

„Ja, ich gebe dir Recht, das kann man sich schwer vorstellen, das liegt vor allem daran, dass keine Materie transportiert wird, sondern reine Energie. Ich werde gleich versuchen, dir diese etwas komplizierte Sache mit den elektromagnetischen Wellen zu erklären. Fragen wir uns aber erst einmal etwas allgemeiner, was es mit dem Strom auf sich hat, denn das ist eine ziemlich spannende Geschichte....“

Das Telefon klingte. Strick hob ab und fing plötzlich in seinem Computer zu hämmern, dann blickte er wieder auf, sagte kurz: „Kaufen!“ und legte den Hörer wieder auf. Eine Weile blickte er Alexander etwas geistesabwesend an, als ginge ihm etwas ganz anderes durch den Kopf. Plötzlich schien er sich wieder zu besinnen „Äh, wo waren wir eben stehen geblieben....?“

“...spannende Geschichte“, meinte Alexander, und sah Strick etwas vorwurfsvoll an.

„Ach ja richtig. Strom. Schon lange wussten die Menschen um diese geheimnisvolle unsichtbare Energie, die wir heute elektrischen Strom oder Elektrizität nennen und die überall in der Natur und in allen Stoffen um uns herum und sogar in uns selber vorhanden ist. So entdeckte der Grieche Thales von Milet ungefähr 600 Jahre vor Christus, dass, wenn er an einem Stückchen Bernstein rieb, andere Stoffe, zum Beispiel Kork oder Federn, magnetisch angezogen wurden. Die griechische Bezeichnung für Bernstein war *elektron*, und davon sind unsere Wörter „Elektronen“ oder „Elektrizität“ abgeleitet.

In mühsamen kleinen Schritten sind die Menschen den geheimen Gesetzen der

elektrischen Energie auf die Spur gekommen. Und dann haben sie Anlagen gebaut und Apparate erfunden, mit denen sie diese Kräfte erzeugen, zähmen und nach ihrem Willen lenken wollten. Das heißt, sie konnten sich vor den Gefahren schützen, zum Beispiel den Blitzen. Die guten Seiten der Elektrizität konnten wir zu unserem Nutzen einsetzen. Zum Beispiel, wie du vorhin schon gesagt hast, gewinnen wir durch sie Licht, Wärme, können damit Apparate, Maschinen und große Anlagen bewegen.

Du kannst dir vorstellen, dass sich mit einigen dieser Entdeckungen und Erfindungen das Leben der Menschen gewaltig änderte. So sprechen wir sogar von einer elektrischen Revolution, die Ende des 18. Jahrhunderts begann und im 19. und 20. Jahrhundert unheimliche Fortschritte gemacht hat.

Für viele von ihnen, zum Beispiel für die Herstellung von Generatoren, Turbinen und Elektromotoren, hat der britische Physiker Michael Faraday (1791-1867) die Grundlagen gelegt. Faraday war ein ganz außergewöhnlicher Mann. Als zehnjähriger Botenjunge arbeitete bei einem Buchhändler, und weil er sehr neugierig war, las er viele von den Büchern, mit denen er täglich zu tun hatte. Dabei stieß er auf den damals berühmten Chemiker Sir Humphry Davy. Er schrieb ihm und wurde dessen Assistent. So begann seine eigene große Karriere als Wissenschaftler.

Meilensteine der elektrischen Revolution waren zum Beispiel auch die Erfindung der elektrischen Eisenbahn. 1879 fuhr zum ersten Mal in Berlin eine elektrische Straßenbahn eine Strecke von 274 Metern! Eine Sensation! Die erste elektrische Glühlampe wurde 1878 durch den Engländer Joseph Swan und ein Jahr später durch den Amerikaner Thomas Edison erfunden. Und 1889 veröffentlichte der deutsche Physiker Heinrich Hertz seine Entdeckung, dass Strom auch außerhalb von Drähten fließen und durch den leeren Raum fliegen kann, und zwar so sekundenschnell wie das Licht. Und damit sind wir bei unseren elektromagnetischen Wellen, denn er gilt als einer ihrer Entdecker. Mit seiner Entdeckung nahm der Rundfunk einen sensationellen Aufschwung und Nachrichten aus aller Welt verbreiteten sich nun blitzschnell über den ganzen Erdball. Ab den fünfziger Jahren des letzten Jahrhunderts erlebten wir dann eine neue Revolution, die der Elektronik, mit der wir Computer und andere Maschinen bauen konnten, mit deren Hilfe wir uns viele mühselige Arbeit ersparen konnten.

Die Geschichte von Faraday, der in etwa seinem Alter Assistent bei einem berühmten Wissenschaftler geworden, hatte Alexander aufhören lassen. Hatte ihn Strick nicht gebeten, einen Vortrag zu halten? Und so neugierig wie Faraday war er schon lange. Deshalb unterbrach er Strick, der ihm etwas vom Thema abzukommen schien. „Das ist ja alles sehr interessant. Aber worin liegt nun das Geheimnis dieser elektrischen Energie oder des Stroms und wie lenkt er mein Auto?“

„Moment, dem gehen wir jetzt auf den Grund. Dafür müssen wir aber wieder auf die ganz kleine Ebene der Teilchen, Bausteine, der Atome, oder wie wir Fachleute sagen, die Mikroebene hinuntergehen, wo wir die Dinge nicht mehr mit unseren Augen, sondern nur durch Mikroskope und ganz feine Messgeräte erkennen können. Du erinnerst dich sicher an das, was ich dir vor einigen Tagen von unserem Basteinuniversum erzählt habe.

Wenn wir also Strom auf der ganz kleinen Ebene untersuchen, stellen wir uns heute vor, das die Träger des elektrischen Stroms elektrisch geladene Teilchen, vor allem die Elektronen sind. Wir nennen sie deshalb auch Ladungsträger. Sie bewegen sich in dafür geeigneten Materialien, wir sagen auch sie fließen und benutzen das Wort Strom, weil man sich früher die Elektrizität als unsichtbare Flüssigkeit vorstellte. Solche geeignete Materialien werden „Leiter“ genannt. Zum Beispiel sind Metalldrähte, Kupfer oder Gold gute Leiter. Schlechte Leiter, wie zum Beispiel Kunststoffe, leiten gar keinen oder sehr wenig Strom. Wir nennen sie „Isolatoren“.

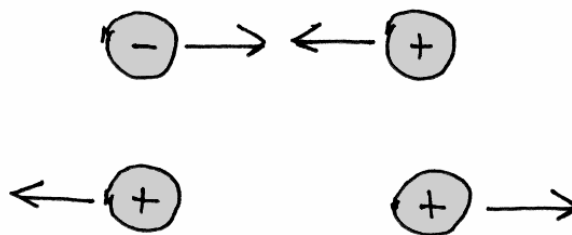
Und Elektronen sind Elementarteilchen, winzige Bausteine, die, wie wir ja schon besprochen haben, in den Schalen beziehungsweise Hüllen von Atomen existieren, also nicht im Kern. Und soweit wir das heute wissen, bestehen sie aus nichts anderem als aus sich selbst. Ein Elektron ist ein winziges punktförmiges Teilchen. Das heißt, dass jeder Versuch, die Größe des Elektrons zu messen, bisher gescheitert ist: Es war immer kleiner als der Maßstab, mit dem man es gemessen hat. Das ist keine leichte und auch eine ziemlich teure Angelegenheit! Um einen winzigen Maßstab zu erzeugen, benötigt man riesige Maschinen.“

„Aber, wie können denn so kleine Punkte auf irgendetwas wirken? Wie können sie denn zum Beispiel mein Auto bewegen? Sind sie nicht viel zu klein?“, rief Alexander dazwischen.

„Ja, da hast du völlig Recht. Die Antwort ist, und das ist sehr wichtig: man hat durch Messungen herausgefunden, dass jedes dieser Teilchen auch auf andere Teilchen eine Kraft ausüben kann. Wir sagen, es ist elektrisch geladen oder sprechen auch von Ladungsträgern. Das heißt: *das Elektron ist ein elektrischer Ladungsträger!* Dabei bezeichnet „elektrische Ladung“ nur die Eigenschaft, die wir bei einem Elektron messen können. Man könnte statt Ladung genauso gut *Huihui* oder *Bauzibum* sagen, wenn man sich darauf einigen könnte, dass es alle so bezeichnen. Es gibt viele Arten von elektrischen Ladungsträgern. Das Elektron ist nur eine spezielle, sehr wichtige Art, die sehr häufig auftritt.

Und nun gibt es in den Atomen, wie du dich vielleicht erinnerst, Teilchen mit positiver Ladung, wie etwa *Positronen* und *Protonen*, und Teilchen mit negativer Ladung, wie etwa *Elektronen* und *Myonen*, aber das sind alles wieder nur beliebige Namen. Viel wichtiger aber ist, dass alle diese Ladungen aufeinander wirken! Man hat dabei herausgefunden, dass gleiche, also positiv-positive und

negativ-negative, Ladungen einander abstoßen und entgegengesetzte, also positiv und negativ geladene Ladungen einander anziehen. Und in dieser Anziehungs- bzw. Abstoßungskraft liegt auch das Geheimnis der elektrischen Energie oder des Stroms. Und diese Wirkung zwischen den positiven und negativen Ladungen ist sehr stark! Man nennt sie auch elektromagnetische Kraft. Sie ist um vieles größer als die Schwerkraft, das heißt die Massenanziehung zweier Körper, die zum Beispiel zwischen den Planeten wirkt. Aus diesem Grund kann man mit Hilfe des elektrischen Stroms, der aus winzigen Ladungsträgern besteht, gewaltige Lasten heben oder bewegen.



Normalerweise gleichen sich die positiven und negativen Ladungen auf der Erde aus und es herrscht ein neutraler Zustand in unserer Umwelt. Der Mensch macht sich jedoch diese Kraft der Anziehung und Abstoßung zu nutze und greift in die Bewegungen der Elektronen ein, stört ihr Gleichgewicht, manipuliert sie. Zum Beispiel trennt er Elektronen und setzt sie dann wieder zusammen, schüttelt, beschleunigt, beschießt sie, trennt sie gewaltsam von ihren Atomen und setzt damit Strom in Gang, der an anderer Stelle in Bewegung, Wärme oder Licht verwandelt wird.“

Strick war in Fahrt gekommen. Er war aufgestanden und redete im Gehen: „ Und wenn du vorstellen willst, wie Strom fließt, dann stelle dir nun eine undurchdringliche Schachtel vor, in der viele Elektronen wild herumfliegen. Nun teile die Schachtel in zwei gleiche Raumteile und bringe alle Elektronen auf die eine Seite. Was wird passieren? Die Elektronen sind alle gleich negativ geladen und stoßen einander also ab - in den leeren Teil der Schachtel hinein! Dieser leere Teil der Schachtel wird dann nach einiger Zeit wieder aufgefüllt sein. In dieser kurzen Zeit, in der die Elektronen damit beschäftigt sind, wieder den gesamte Raum der Schachtel aufzufüllen, fließt ein Strom von Ladungen, nämlich Elektronen, in der Schachtel.

Die Elektronen fließen also von einem Ort, der auch *Pol* genannt wird, mit Elektronenüberschuss zu einem Ort mit Elektronenmangel. Der Pol mit Elektronenüberschuss ist negativ geladen, der Ort mit Elektronenmangel ist positiv geladen. Werden diese beiden Pole miteinander verbunden wandern die Elektronen vom negativen zu m positiven Pol - es fließt Strom. Dieser so genannte Ladungsunterschied - an einem Pol viele Elektronen, am anderen wenige Elektronen - ist also die Ursache, warum überhaupt Strom fließt.

Außerdem unterscheidet man die Stromspannung, die in Volt gemessen wird. Wenn man Strom mit einem Fluss vergleicht, so kann man sich die Spannung als Gefälle vorstellen. Die elektrische Spannung ist der Druck, der die Elektronen von einem Pol zum anderen treibt. Ist der Ladungsunterschied zwischen dem negativen und positiven Pol sehr hoch, dann fließen die Elektronen mit großer Kraft, wie etwa bei einem reißenden Wasserfall. An unseren Steckdosen herrscht eine Spannung von 220 Volt. Im Vergleich dazu wird der Strom in Hochspannungsleitungen über weitere Entfernungen mit einem Druck von 100.000 Volt übertragen. Die Stromstärke dagegen, die wir in Ampère messen, wäre, wenn wir wieder einen Fluss als Bild nehmen, die Wassermenge, die der Fluss mit sich führt. Eine kleine Stromstärke könnte man mit einem Bach vergleichen, eine große Stromstärke mit einem breiten Fluss.

Dafür, wie elektrische Ladungen aufeinander wirken, haben wir ein Bild erfunden: das Bild des elektrischen Feldes. Um jede Ladung herum, um jedes Elektron, befindet sich ein elektrisches Feld. Und jede Ladung kann das Feld einer anderen Ladung 'fühlen'. Obwohl beide Teilchen punktförmig sind - deren Felder sind es nicht! Felder umgeben auch Drähte, die solche Ladungsträger enthalten.

Elektrische Felder können zwar durch deren Einfluss auf andere Ladungen gemessen werden, sind aber nicht direkt sichtbar. Man könnte auch sagen, dass sie unsichtbare Hilfskonstruktionen sind, innere Bilder, die uns helfen, das Verhalten von Ladungen zu erklären. Wir zeichnen sie manchmal als Linien, um sie uns vorstellen zu können.

„Und wie können Elektronen oder ihre Felder ferngesteuerte Autos bewegen?“ wollte Alexander nun schon etwas ungeduldig wissen.

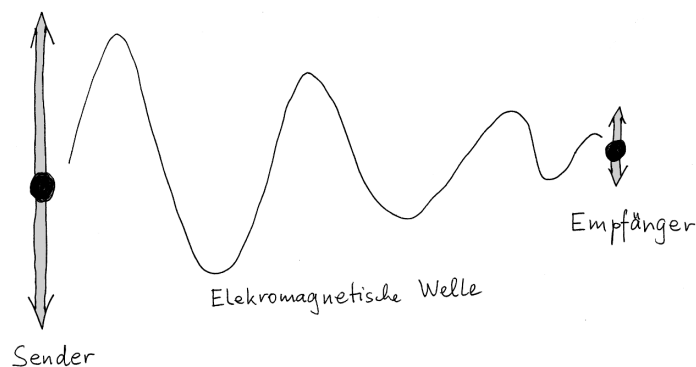
Strick machte eine beschwichtigende Handbewegung: „Wenn wir nun bedenken, was wir eben alles gesagt haben, dann gibt es auf die Frage, wie Elektroautos von Elektronen bewegt werden, mindestens zwei Antworten:

Einmal bewegen die elektrischen Ladungsträger und Felder um sie herum, die in den Elektromotoren wirken, die Räder. Deshalb sind die Räder mit dem Motor gekoppelt.

Und zum anderen kann man mit Wellen, die man über größere Entfernungen im freien Raum ausstrahlt, Informationen übertragen. Man nennt diese Wellen elektromagnetische Wellen, weil sie sowohl auf elektrische Ladungsträger, als auch auf Magneten wirken. Diese Wellen sind eigentlich völlig gleich wie Lichtwellen, nur mit einem Unterschied: Die Wellenlänge ist viel größer und die Schwingung viel langsamer als bei Licht. Aber sie breiten sich genauso blitzschnell wie das Licht aus, also 300.000 km in der Sekunde. Und so kannst du dein Auto steuern, obwohl du nicht am Lenker sitzt.

Elektrische Ladungen geben, wenn man sie beschleunigt Energie ab, die sich in Form von Wellen ausbreitet. Die Wellen nennt man, weil sie von elektrischen und magnetischen Feldern erzeugt werden, elektromagnetische Wellen. Sie entstehen immer dann, wenn Ladungen geschüttelt oder beschleunigt werden, wenn sie ihren Bewegungszustand ändern. Genau das passiert an Sendern. In Sendern, also beim Auto konkret in der Fernbedienung, werden Ladungen durchgeschüttelt. Dort werden Elektronen im Wechsel beschleunigt und wieder verlangsamt und sie strahlen so elektromagnetische Wellen ab.

Und an den Empfangsantennen am Auto, passiert genau das Umgekehrte: Dort werden elektromagnetische Wellen in Elektronenbewegung umgesetzt, das heißt in Strom. Und dieser Strom wird gemessen und soweit verstärkt, dass man damit beispielsweise das Elektroauto lenken kann. Oder er wird weitergeleitet und dient dem Radio- oder Fernsehempfang. Das heißt, dass ein sehr kleiner Strom über eine größere Entfernung einen größeren Strom in Gang setzt oder ihn steuert. Oder er vermittelt Informationen, wie zum Beispiel Fernsehbilder oder Radioprogramme.



Alle diese Wellen und Kraftfelder - mit Ausnahme der Lichtwellen - sind für uns unsichtbar. So gesehen ist Licht nur eine spezielle Art von elektromagnetischer Welle, die von unseren Augen wahrgenommen werden kann. Manche Tiere können elektromagnetische Wellen wahrnehmen, die wir nicht sehen können... Habe ich mich verständlich ausgedrückt? Hast du noch Fragen?“

Und ob! Alexander seufzte, ihm rauchte der Kopf. Rasch überschlug er, was er in etwa behalten hatte: *Strom besteht aus elektrisch geladenen Teilchen, das heißt Ladungsträgern, die sich bewegen. Meistens sind es Elektronen, die negativ geladen sind. Diese Ladungen bewegen sich meist in Leitern, wie zum Beispiel Kupferdrähten. Um diese herum gibt es unsichtbare elektromagnetische Felder, die Energie und auch Informationen übertragen können*- und das hieß, irgendwie auch sein Elektroauto steuern. Ein ziemlicher Hammer, da sollte er sich etwas vorstellen, was er gar nicht sehen konnte, aber das doch überall um ihn herumschwirrte ... eigentlich unheimlich. Vielleicht flog etwas herum, von dem er überhaupt nichts ahnte? Ja, Fragen hatte er noch eine

Menge...

Als er gerade ansetzen wollte, klingelte das Telefon. Strick griff zum Hörer, hob ab und sagte kurz: „Alles klar. Wir kommen.“ Dann legte auf und meinte zu Alexander: „Die Fragen können wir verschieben. Komm, wir schauen uns jetzt das kakanische Geheimlabor von Bugholz an!“

Kapitel 10

Das Geheimlabor

Strick war schnell aufgestanden und eilte aus seinem Zimmer. Offenbar hatte er es auch sehr eilig, das kakanische Geheimlabor des Professor Bugholz zu sehen. Alexander lief ihm nach und holte ihn bei der Treppe ein. Gemeinsam rannten sie, immer mehrere Stufen auf einmal nehmend, die Stiegen hinunter.

Im Erdgeschoß angekommen, sah sich Alexander um. Strick strebte ohne zu zögern mit Riesenschritten einer kleinen, unscheinbaren Tür zu, die geöffnet war. Eine schmale Treppe führte in den Gebäudekeller hinab. Je weiter sie nach unten kamen, umso dunkler wurden die Wände. Sie waren bereits zwei Stockwerke unter der Erde. Von jedem Kellerstockwerk ging ein Gang weg, der mit altem Mobiliar vollgeräumt war. Mit Bugholzmöbeln aus Buche, das wusste Alexander, weil seine Eltern einige Stücke bei Altwarenhändlern erstanden und selbst renoviert hatten. Er benutzte einen solchen Schaukelstuhl als Computerhocker. Wenn das seine Eltern sehen könnten, die würden Augen machen!

Es war wie eine Reise in die Vergangenheit, in die Entstehungszeit dieses Gebäudes. Ob Gebäude auch eine Art Erinnerung kannten, durchfuhr es Alexander, genauso wie wir Menschen? Im dritten Kellerstockwerk schien es nicht mehr weiter nach unten zu gehen. Hier war ein Zettel an die graue Wand geklebt, auf dem ein großer Pfeil nach links wies. Der entsprechende Gang gab Winkel und Durchgänge frei. Alexander und Strick wurden von weiteren Zetteln geführt und erreichten schließlich einen größeren Saal, dessen Wände mit alten Bücherregalen eingesäumt waren. Auch im Raum selbst standen, dicht gedrängt, Bücherregale neueren Datums. Alle diese Regale platzten vor Büchern, die in sie hineingepresst waren. Das war vermutlich das Magazin, das Strick gestern erwähnt hatte. Die sichtbaren Wandteile hatten eine vergilbte, schmutzig gelbgraue Färbung. Alles wurde von einigen altmodischen Lampen mit Glühbirnen schummrig beleuchtet. Und wo war das Labor?

Man hörte dumpfes Reden im Saal. Alexander erkannte dessen Ursprung erst, als sie einige Regale passiert hatten. Eine Gruppe von etwa zehn Leuten stand da und unterhielt sich gedämpft, aber sichtlich gespannt. Offenbar wartete man auf etwas

oder jemanden.

Als die Leute Strick und Alexander bemerkten, wandten sie sich zu ihnen. Strick wurde von überall her begrüßt. Hoffentlich wurde er jetzt nicht hinausgeschmissen, dachte Alexander nur kurz. Aber da stellte ihn Strick auch schon mit den Worten vor: „Also, das ist der neugierige Alexander, von dem ich ihnen schon erzählt habe. Er wird beim Kolloquium einen kleinen Vortrag halten.“ Damit schien alles geklärt zu sein. Alexander wurde freundlich aufgenommen und begrüßte etwas nervös zurück. Dann führte die Gruppe wieder ihre unterbrochenen Unterhaltungen fort. Auch Professor Lockner war dabei. Er hatte jetzt eine Krawatte an, auf der viele Katzen und Fragezeichen abgebildet waren. Offenbar handelte es sich hier um eine besondere Auslese von Physikern, die zusammengekommen waren, allesamt Leute in Stricks Alter. In einem unbeobachteten Moment schielte Alexander auf ihre Socken. Und tatsächlich: Er konnte fünf ungleiche Paare beobachten! Vielleicht waren verschiedenfarbige Socken das Erkennungszeichen eines Geheimbundes, oder die Farben drückten gerade die Tagesverfassung ihrer Träger aus? Oder waren diese Leute einfach so durcheinander, dass sie es nicht schafften, ein gleiches Paar Socken anzuziehen?

Bevor Alexander jedoch diese Gedanken weiterspinnen konnte, betrat ein mittelgroßer Mann mit einem riesigen Schlüsselbund den Raum, gefolgt von zwei Personen in weißen Mänteln. Strick raunte Alexander zu: „Das ist der Bibliotheksdirektor mit zwei Bibliothekaren.“ Der Bibliotheksdirektor begrüßte nun alle Anwesenden besonders freundlich und schüttelte jedem die Hand. Nur bei Alexander stutzte er etwas, sagte aber nichts. Alexander erkannte einen der Bibliothekare wieder. Dieser hatte ihm vor einiger Zeit den Weg zu Stricks Zimmer gewiesen.

Der andere Bibliothekar hatte einen nicht mehr ganz blütenweißen Arbeitsmantel und ging nun auf ein leer geräumtes Regal zu, in dem sich weder Bücher noch horizontale Regalbretter befanden. Dahinter sah man ein dunkles Loch klaffen. Er sagte: „Sehr geehrte Dame und Herren!“, wobei Alexander bemerkte, dass sich nur eine ältere Dame im Raum befand, die ständig mit einem Gegenstand zu spielen schien, der sich in der rechten Tasche ihres Arbeitsmantels befand. Er merkte auch, dass offensichtlich alle von diesem Gegenstand einen respektvollen Abstand hielten und abrückten, wenn sie zu nahe kamen. Strick spähte sogar einmal missbilligend darauf. Erst später erfuhr Alexander, dass es sich um einen nicht ungefährlichen radioaktiven Brocken handelte, den diese Dame da beiläufig herumdrückte. Radioaktiv, hatte Stick ihm erklärt, hieß, dass bestimmte chemische Elemente, wie z.B. Uran oder Plutonium, ohne äußere Einwirkung Elementarteilchen abgeben und zerfallen. Bei diesem Zerfall entstehen Strahlen, die so stark sind, dass sie für den Menschen gefährlich sind.

Der Bibliothekar fuhr fort: „Wie Sie ja alle wissen, hat Kollege Emmerich hier“,

dabei deutete er auf einen rauschbärtigen Herren, „vorgestern einen Raum hinter diesen Regalen entdeckt. Der unmittelbare Anlass war die Entstaubung gewisser Jahrgänge von Fachzeitschriften, die wir in regelmäßigen Abständen von etwa zwanzig Jahren vornehmen.“

Im Raum konnte man ein unterdrücktes Husteln hören. Professor Lockner kämpfte ganz deutlich mit dem Lachen und verkroch sich in die nächste Regalreihe, um nicht gesehen zu werden. Unbeirrt fuhr der Bibliothekar fort: „Nun, nachdem wir systematisch die Jahrgänge bis 1922 gesäubert und bestandsmäßig erfasst und geprüft hatten, erlebten wir beim Jahrgang 1923 der 'Nachrichten der Göttinger Akademie der Wissenschaften' eine kleine Überraschung: Der Jahrgang war nämlich verschwunden!“ Er hielt inne, um den Spannungsmoment kräftig auszukosten. Das unterdrückte Husten und Glucksen hinter dem Regal wurde stärker und war kaum mehr zu überhören. Auch Stricks Mund hatte sich zu einem Grinsen verzogen. Er schüttelte dabei den Kopf.

„Gründliche Nachforschungen des Kollegen Emmerich ergaben dann die folgende Sachlage: Auch der halbe Jahrgang 1924 war in Verstoß geraten! Es blieb uns also nichts anderes übrig, als dieses Zimmer, in dem sich die verschwunden Bände aufgehoben hatten, näher zu untersuchen. Bitte, Herr Kollege Emmerich.“

Der angesprochene zweite Bibliothekar zog hinter einem Regal einen großen Staubsauger mit Bürstenaufsatz hervor, deutete auf das Gerät und sagte dann mit einem ziemlich lispelnden Tonfall: „Wir haben also die Bände überall hier gereinigt, das ganze Zimmer. Ein reges Interesse an der Literatur hier scheint ja nicht zu bestehen.“

Bei diesen Worten grinste er hämisch triumphierend in die Runde und fuhr dann fort, „und da bin ich halt draufgekommen, dass dieser Schrank hier eine verborgene Öffnung hat. Das sieht man aber erst, wenn man alle Zeitschriften davor wegräumt. In dem sich dahinter befindlichen Hohlraum lagen alle fehlende Bände. Bitte sehr...“

Er deutete auf einen Stapel von alten gebundenen Zeitschriften, die wie ein Turm etwa einen Meter hoch aufragten.

„Wir haben dann den Hohlraum untersucht und sind an dessen Ende auf eine versperrte Tür mit dem ehemaligen kakanischen Staatswappen und der Inschrift *Streng Geheim* gestoßen...“

„Und da haben wir sofort die Türe aufbrechen lassen. Wie Sie ja wissen, leidet die Bibliothek ständig unter Raumnot, und das hätte eine willkommene Vergrößerung des Magazines bedeuten können. Da muss man schnell und ohne Zögern handeln, sonst kommt man zu nichts“, fuhr der Direktor fort, „allem Anschein nach handelt es sich aber um eine geschichtsträchtige

Experimentierhalle ungeahnter Größe, wie Sie bald selbst feststellen werden. Wir hatten bisher angenommen, dass die nun gefundenen Hohlräume statisch unverzichtbare Teile des Hausfundamentes wären. Selbstverständlich geben wir den Professoren unseres Hauses die allererste Gelegenheit, diesen historischen Ort kennenzulernen. Gewissermaßen, bevor das Denkmalamt alles zusperrt und wegräumt!“ Der Direktor blickte zufrieden in die Runde, in der es zustimmend brummte. „Professor Lockner hatte ja schon vormittags die Gelegenheit...“

Weiter kam er vorerst nicht. Alle wandten sich Lockner zu. In einigen Gesichtern war eine deutliche Missbilligung abzulesen. Der Angesprochene trat bedächtig aus seinem Versteck zwischen den Regalen hervor. Er hatte immer noch einen hochroten Kopf.

Lockner meinte nur, „Ja, wir waren schon hier und haben einige bemerkenswerte Erfahrungen sammeln dürfen.“

Man merkte deutlich, dass einige Anwesende etwas sagen wollten. Lockner fuhr unbeirrt fort: „Aber es wird das Beste sein, wenn wir jetzt alle einmal hineingehen und uns umschauen. Sie werden sehen: sehr beeindruckend!“ Mit diesen Worten bückte er sich und schlüpfte mit einer Behendigkeit, die man ihm nicht zugetraut hätte, durch die offene Stelle in der Regalwand. Einer nach dem anderen folgte ihm. Alexander ging vor Strick. Gleich hinter den Regalen öffnete sich der Gang wieder zu größerer Breite. Hier hätte fast ein ganzes Auto Platz gehabt! In diesem Durchgang war es ziemlich schummrig. Als er weiterging, sah er eine Tür mit dem österreich-ungarischen Doppeladler und das bereits vom Bibliotheksdirektor erwähnte Schild, auf dem mit Jugendschrift „Streng geheim“ stand. Die Tür war noch geschlossen.

Als alle vor der Türe standen, ermahnte sie der Direktor noch zum vorsichtigen Umgang mit dem im anderen Raum befindlichen Mobiliar und den Gerätschaften. Wie sich gleich herausstellen sollte, ein hoffnungsloses Unterfangen! Dann nahm er den Schlüsselbund und probierte einen Schlüssel nach dem anderen. Keiner passte. In der zunehmenden Nervosität hörte man Lockner rufen: „Die Tür ist unversperrt!“

Tatsächlich: Die Tür ging beim ersten energischen Ruck auf und gab den Blick auf den dahinter liegenden Raum frei. Diesen Anblick würde Alexander sein Lebtag nicht vergessen: Er sah in eine Art Maschinenhalle, die vom schwachen rötlichen Licht sehr altertümlicher Glühbirnen erleuchtet war. Die Halle war überfüllt mit riesigen Geräten, die gleichzeitig altmodisch und unbekannt wirkten. Er konnte sich des Eindrucks von riesigen schlafenden Ungeheuern nicht erwehren. Einige gigantische Spulen reichten vom Boden bis zur Decke. Andere Spulen lagen quer am Boden. Eine war so groß, dass man hindurch gehen konnte. Mitten im Zimmer stand eine Art Käfig aus solidem Maschendraht. An einer Stelle im hinteren Teil der Halle war eine Konsole mit vielen merkwürdigen

Rädern und Knöpfen zu erkennen. Es gab auch ein Gerät mit einer Art Förderband, das in einem wulstartigen Fortsatz endete.

Die Gruppe war eingetreten und blickte um sich. Einige Pfiffe waren zu hören und erstaunte Rufe erschallten. „Das also hat Bugholz gemacht, der alte Knabe!“ hörte man Strick sagen.

„Und das Schönste daran ist, dass das noch alles funktioniert!“ rief Lockner, der schon nach vorne stürmte und sich an einem Bedienungspult zu schaffen machte. „Irgendwie ist das hier noch immer mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden!“

Aus einem der schlafenden Riesengeräte hörte man es rumoren und brummen. Alexander wollte schon zur Seite springen, da gab ein anderer Apparat ein sirrendes Geräusch von sich, und über seinem Kopf kam es zu einem grellen Lichtblitz, der die Szenerie in kaltes Licht tauchte. Gleichzeitig krachte ein gewaltiger Donner auf die entsetzte Gruppe nieder. Es gab noch ein paar Funkenentladungen: Das Dröhnen, das diese auslösten, schien das Fundament des Gebäudes zu erschüttern. Dann wurde es wieder still. Alexander sah am Rand seines Gesichtskreises, wie eine Ratte, die sich zwischen den Spulen aufgehalten hatte, völlig verstört das Weite suchte. Es roch verbrannt.

Lockner schielte auf die Gruppe und sagte so, als ob er sich entschuldigen wollte: „Nun, vielleicht war die Ausgangsspannung im öffentlichen Stromnetz damals niedriger...“ Anscheinend hatte er aber seine Kollegen unterschätzt. Denn kaum hatte er das gesagt, entstand ein allgemeiner Tumult. Alle bis auf Alexander und die Bibliothekare rannten zum Steuerpult hin. Einige begannen wie wild an den Hebeln zu kippen und die Räder zu drehen. „Als hätten sie ein neues Spielzeug bekommen!“, fuhr es Alexander durch den Kopf. Als wieder ein Brummen aus einem Apparat anhob und die Luft zu knistern schien, meinte Lockner beschwichtigend: „Vorsicht, nicht zu schnell, wir haben noch nicht alles im Griff!“

Bei allen Anwesenden stellten sich mit einem Mal die Haare auf. Außerdem begann es auf den Köpfen zu knistern. In diesem Moment legte Lockner einen großen Hebel am Rande der Konsole um und das Schauspiel erstarb.

Der Bibliotheksdirektor stand erstarrt da. Mit bleichem Gesicht rief er, leicht nach Fassung ringend, „Aber meine Herren! Bitte greifen Sie nichts an! Wir wissen ja nicht, was Bugholz im Sinne hatte!“ Seine beiden Kollegen hatten den Raum bereits fluchtartig verlassen.

In diesem Moment hörte man eine weibliche Stimme, die in einem sehr bestimmten, sich jedoch leicht überschlagenden Tonfall rief: „Na, was wird er denn schon geplant haben, der Bugholz, vielleicht die Spaltung der Erde wie einen Apfel, oder gar ein thermonukleares Ereignis? Das ist doch alles

Schabernack!“

Die anderen Kollegen schienen diesem Spott Recht zu geben und kümmerten sich nicht um die zur Vorsicht mahnenden Worte des Bibliotheksdirektors. Sie schwärmten nun im Raum aus und krochen umher und teilweise in den Armaturen herum. Es sah etwa so aus wie eine Horde toller Affen, die im ausgehungerten Zustand über eine Bananenplantage herfielen.

Alexanders Auto hatte wieder einmal in seinem Rucksack zu rumoren begonnen. Er hatte dieser Beobachtung aber im allgemeinen Getöse keine Aufmerksamkeit schenken können. Nun packte er das Auto aus, dessen Räder sich noch immer langsam und bedächtig drehten, obwohl er die Akkus herausgenommen hatte! Auch die Lenkung zuckte einmal hier- und einmal dorthin. Ratlos starrte er auf dieses Phänomen. Strick sah sein verdutztes Gesicht, versuchte zu erklären und sagte etwas von „Induktionsspannung im magnetischen Wechselfeld. Der Strom, der durch den Motor und die Steuerung des Autos fließt, wird von den elektrischen Wechselfeldern um uns herum erzeugt. Du siehst also, alles, was ich dir vorhin erzählt habe über die unsichtbaren elektromagnetischen Felder, die sich gegenseitig spüren und auf einander einwirken, war nicht geflunkert.“

Strick grinste zufrieden. Als er Alexanders Fassungslosigkeit sah, zog er ihn in Richtung eines Drahtkäfigs, der mitten im Raum stand. Er öffnete eine kleine Türe, die man mit Hilfe eines Schubers verschließen konnte. Selbst der Boden war hier mit einem feinmaschigen Metallnetz bezogen. Dann kroch er in den geräumigen Käfig und bedeutete Alexander, ebenfalls hereinzukommen. Da hockten sie nun beide nebeneinander. Strick hatte sichtbar Mühe, seine langen Beine unterzubringen. Seine Hosenbeine hatten sich nach oben geschoben und gaben freie Sicht auf eine rote Socke links und blaue rechts. Alexander wusste nicht, ob er lachen oder weinen sollte, so komisch, unheimlich und ganz und gar unwirklich kam ihm das alles hier vor.

Seltsam auch, dass kaum im Inneren des Käfigs angelangt, sich sein Auto plötzlich völlig beruhigte. Es lag nun wie gewohnt in seiner Hand, regungslos und ohne zu zucken. Er sah Strick fragend an. „Ja, da staunst du“, amüsierte sich der. „Hier sind wir sicher. Wir sind hier jetzt in einem Faradayschen Käfig, benannt nach dem berühmten Faraday, von dem ich dir ja schon erzählt habe, du erinnerst dich doch, der als junger Lehrling schon in den Büchern geschmökert hat, die er verkaufen musste.“ „Hat deshalb mein Auto zu rumoren aufgehört, weil wir in einem Käfig sitzen?“, flüsterte Alexander ungläubig.

„Genau, du hast’s erkannt! Dieses Gitter schirmt gegen alle elektrischen Einflüsse ab, weil er eine leitfähig Umhüllung eines Raumes darstellt und weil ein solcher Metallkäfig oder ein Gitter in seinem Inneren einen spannungs- und feldfreien Raum schafft. Alle elektrischen Ladungsträger fließen an seiner Außenseite dahin, verteilen sich dort sehr schnell, sodass keine elektrische Spannung entsteht.“

Damit herrscht im Inneren des Käfigs überall dieselbe Spannung, die gleich dem Spannungsniveau auf der Erde ist, wenn der Faradaysche Käfig mit einem Blitzableiter verbunden ist.“

Er deutete auf vier Metallstäbe, die an den Ecken des Käfigs in die Erde führten und mit diesem verbunden waren: „Ein Blitzableiter schickt die elektrischen Überschussladungen in die Erde, die sich dort verteilen.“

„Und was ist bitte ein Blitz? Hat er auch mit Strom oder Elektrizität zu tun?“ wagte Alexander einzuhaken. Seine Neugier war noch stärker als seine Angst.

„Ja, das ist, wenn du willst, eine riesiger Funke, eine elektrische Leiterbahn in der Luft, die dadurch entsteht, dass an ihren Enden verschiedene elektrische Spannungen herrschen, zum Beispiel zwischen Wolken und dem Boden, oder zwischen zwei Wolken. Früher hat man sich sehr von diesem Naturphänomen gefürchtet, insbesondere in ländlichen Gegenden die Bauern. Da brannten ganze Höfe ab, wenn der Blitz in einen Heuschober fuhr und das trockene Stroh dort entzündete. Die Bauern hatten sich bei herannahenden Gewittern noch vor nicht allzu langer Zeit vollständig bekleidet ins Bett gelegt, um für den Ernstfall vorbereitet zu sein. Heute braucht man keine Angst mehr zu haben. Man umgibt das ganze Haus mit einem kaum sichtbaren Metallgitter, also einem Faradayschen Käfig, und der Blitz wird darüber in die Erde abgeleitet. Was hätten die Leute in früheren Zeiten nicht alles um dieses Wissen gegeben, Unwetter unbeschadet zu überleben! Auch die Karosserie von Autos oder Flugzeugen sind solche Metallgestelle, die vor Blitzen schützen. Deshalb kann dir in einem Auto oder in einem Flugzeug auch bei einem schweren Gewitter nichts passieren.“

Von draußen hörte man Lockner rufen, „Dürfen wir?“ „Von mir aus, aber keine zu hohe Spannung! Das kracht zu laut“, rief Strick zurück. Er bat Alexander, sich die Ohren zuzuhalten und sich nicht zu erschrecken. Es würden gleich Lichtblitze in ihren Käfig einschlagen, aber sie wären hier drinnen absolut sicher!

Alexanders Zähne begannen jetzt zu klappern. Aber nicht wegen der Elektrizität! Er hatte Angst! Trotz allem war er aber mächtig gespannt, was jetzt kommen würde. Er presste sich die Hände fest an die Ohren, so wie Strick, der dies ebenfalls tat. Er brauchte nicht lange zu warten! Einige Sekunden später krachten unzählige Blitze von einigen blanken Metallstücken an der Decke auf die Oberfläche des Käfigs. Die Blitze stabilisierten sich sogar zu einem weißen, lang andauernden Lichtbogen, der ein unangenehmes, aber nicht allzu lautes Sirren und Zischen von sich gab.

„Wunderbar!“, hörte man wieder die weibliche Stimme rufen, „genau das hat der Bugholz vermutlich mit einigen Hofräten gemacht, um sie zu beeindrucken! Er soll einigen Leuten davon erzählt haben, der Schlingel, aber die haben ihm nie geglaubt, und verraten wo genau das Labor war, hat er nicht! Einmal wollte er sogar den Thronfolger dort hineinstecken, aber der hat dankend abgelehnt und

den Raum fluchtartig verlassen!“

Alexander erkannte, dass die beiden Bibliothekare mit einer Foto- und einer Filmkamera zurückgekommen waren und alles aufzunehmen begannen. Der Direktor selbst hatte sich zur Ausgangstür zurückgezogen und starrte verstört und bleich auf das sich ihm darbietende Schauspiel. Die Anwesenden schienen von den filmischen Aktivitäten der Bibliothekare kaum beeindruckt. Dennoch schien sich ihr Interesse langsam zu legen.

Alexander und Strick waren längst wieder aus dem Käfig gestiegen, da bemerkte Alexander etwas, das ihn mehr traf als alles zuvor: Etwas versteckt zwischen Spulen und Kästen stand dieselbe Apparatur des Professor Bugholz, die er im Traum gesehen hatte! Langsam und zielstrebig ging Alexander darauf zu; wie von einer geheimen Kraft angetrieben. Wo war der Schalter, den er im Traum gedrückt hatte? Ach ja, genau wie erwartet, an derselben Stelle! Alexander tat einen entschlossenen letzten Schritt auf die Apparatur zu, von der ein leises Brummen kam, und legte den Hebel um.

Da bemerkte Strick, dass sich Alexander von ihm entfernt hatte, aber es war bereits zu spät: Aus dem oberen Teil des Apparats schoss ein nadeldünner roter Lichtstrahl auf eine Stelle der Raumdecke zu, an der sich ein kleiner Spiegel befand. Dort wurde er abgelenkt und traf auf weitere kleine Spiegel an den Wänden, die bis jetzt niemand wahrgenommen hatte. Augenblicklich bildete sich über ihren Köpfen ein filigranes Fächerwerk aus Licht, welches vom oftmalig reflektierten Strahl stammte, beinahe wie das Fachwerk einer gotischen Kathedrale. In dem Lichtstrahl selbst war ein Glitzern und Blitzen. Ein Dom aus Licht! Bis auf das unveränderte Brummen des Apparates war alles still geworden. Alle starrten wie gebannt auf dieses Schauspiel, bis die weibliche Stimme von vorhin im Raum erklang: „Das hat er also verheimlicht, dieser Mordskerl! Er hat den Laser erfunden! Das war sein Geheimnis! Alles andere war bloß falscher Zauber, ein schauriges Elektrokabinett. Mit dem hat er die Neugierigen abgelenkt!“

Alle schienen begeistert und verblüfft zu sein. Nur Alexander war ein wenig enttäuscht. Er hatte gackernde Moorhühner erwartet, wie er sie im Traum von letzter Nacht gesehen hatte!

Kapitel 11

Strick hält eine Vorlesung

Die Tage nach der kleinen Expedition zu Professor Bugholzens Forschungslabor waren für Alexander ausgefüllt mit Schularbeiten und lästigem Kleinkram. Seine Eltern hatten sich natürlich genauestens berichten lassen, was er in diesem kakanischen Geheimlabor gesehen und erlebt hatte. Nach seinen Schilderungen dürfte es ja nicht ganz ungefährlich zugegangen sein!

Die Zeitungen brachten kurze, ähnlich lautende Meldungen über die Entdeckung. Ein Blatt druckte sogar ein Bild ab, das offensichtlich die Bibliothekare geschossen hatten, als Alexander mit Professor Strick im Faradayschen Käfig gewesen war und die Blitze über sie hinwegprasselten. Man konnte nur zwei undeutliche Gestalten erkennen, die im Käfig hockten.

Alexander hatte sich fest vorgenommen, zur Vorlesung zu gehen, die Strick hielt. Das Thema war „Raum, Zeit und Relativitätstheorie“. Daran war auch sein Vater interessiert. Er wollte mitkommen. Am angegebenen Tag betraten sie also das Gebäude, das die physikalischen Institute beherbergte. Alexander spähte zur Türe, die zum Keller mit Bugholzens Labor führte. Diese war natürlich geschlossen, und nichts deutete darauf hin, dass hier ein sensationeller historischer Fund gemacht worden war.

Der Vortragssaal, in dem Stricks Vorlesung stattfand, war wesentlich moderner eingerichtet und fasste auch mehr Leute als der Vortragssaal, in dem er mit seiner Klasse gewesen war. Allerdings wäre das gar nicht notwendig gewesen, denn in dem Saal, der vielleicht zweihundert Personen Platz geboten hätte, saßen gerade ein Dutzend Gäste weit verstreut und etwas verloren herum.

Strick war auch schon da. Ihn schien das spärliche Publikum nicht zu kümmern. Er unterhielt sich gerade angeregt mit einigen seiner Kollegen, die Alexander schon von der Laborführung her kannte. Als er Alexander den Saal betreten sah, winkte er ihm zu und bedeutete ihm, näher zu kommen. Alexander spürte, wie er rot im Gesicht anlief. Er ging aber trotzdem und begrüßte Strick. Strick schüttelte seinem Vater und ihm herzlich die Hände und sagte dann: „Schön dass du gekommen bist, Alexander. Wir müssen uns bald einmal überlegen, was du uns in deinem Vortrag erzählen wirst. Hast du schon einmal darüber nachgedacht?“

Alexander wurde womöglich noch rötlicher im Gesicht. Nein, er hatte darüber natürlich nicht nachgedacht! Strick schien das aber ohnehin vermutet zu haben, als er sagte: „Macht nichts, Hauptsache du kannst kommen. Nimm ruhig noch ein paar deiner Schulkameraden mit, du wirst sehen, das wird bestimmt lustig werden.“

Mit diesen Worten wandte er sich Lockner zu, der ebenfalls anwesend war und nun in die Hände klatschte, um die wenigen Besucher, die aber trotzdem laut tratschten, den Beginn von Stricks Vorlesung anzukündigen und sie zur Ruhe zu bewegen. Er stellte Strick mit kurzen Worten vor und übergab ihm dann das Wort.

Strick sammelte seine Unterlagen und begann nun, daraus vorzutragen: „Sehr geehrte Damen und Herren! Ich möchte ihnen zuerst eine kurze Übersicht über die subjektiv und unmittelbar erlebte Zeit geben.“

Dann komme ich auf den physikalischen Zeitbegriff zu sprechen, also auf die messbare Zeit. Ich werde insbesondere die Notwendigkeit von Konventionen betonen, das heißt von Annahmen, die unabhängig von den Messungen gemacht werden müssen.

Weiterhin werde ich einige Konsequenzen aus unserer Theorie von Raum und Zeit erwähnen. Schließlich werde ich mit einigen Betrachtungen zum kontinuierlichen, ununterbrochen, gleichmäßig fließenden, und zum diskontinuierlichen, in bestimmte Abschnitte unterteilten, unterbrochenen, Zeitlauf erwähnen.“

Strick blickte kurz in seine Zuhörerschaft und fuhr dann fort, „Wir haben ein Zeitproblem. Je älter wir werden, umso größer ist es. Wenn man jung ist, freut man sich noch auf jeden Geburtstag und jede Abfolge von Festen, die im Kreis der Jahreszeiten verankert sind: In Europa und in Nordamerika sind das Erntedankfest, Laternenfest, Nikolaus, Weihnachten, Fasching, Ostern, Pfingsten, Sommwend, und dann wieder Erntedankfest, Laternenfest, Nikolaus, Weihnachten, Fasching, Ostern, Pfingsten, Sommwend ... und so weiter.

Um überleben zu können, müssen die meisten arbeiten, und der Arbeitsalltag bestimmt oft den Tagesverlauf. Notwendige Dinge wie kochen und essen, waschen und so weiter benötigen Zeit. Wenn man dann eine Familie hat und für andere sorgen muss, gibt es Verpflichtungen und Projekte, die „Zeit kosten“. Man möchte vieles möglichst ohne Zeitverlust tun und beginnt seine Zeit einzuteilen in kleine Zeitscheiben. Das kann dazu führen, dass man diese Zeitscheiben mit der Lebenszeit verwechselt. Die Zeitscheiben stellt man mit Hilfe von Uhren her. Darüber später. Je älter man wird, umso mehr scheint einem die Zeit durch die Finger zu rinnen. Man begreift, dass dieses Leben nicht bloß die Generalprobe ist, sondern schon die Premiere! Man versucht den Lauf der Dinge zu ändern, das Tempo des Alterns zu verlangsamen. Aber es gelingt nicht. Und erst im Alter haben viele wieder Zeit, vielleicht zu viel Zeit.

Nur im Urlaub, beim Spielen, Baden, oder beim Wandern und Bergsteigen beginnt man zu ahnen, dass Zeit etwas ganz Ursprüngliches ist, etwas ganz Kostbares und Persönliches, nämlich die Zeit, die einem zum Leben bleibt. Zeit ist auch etwas Gewaltiges, ein „Verschlinger der Welten“, wie die alten Inder sie nannten. Beinahe nichts hält ihrem Lauf stand. Alles was besteht, wird nach unserem heutigen Wissen einmal zugrunde gehen: die Menschen, die Erde, der Mond, die Sonne. Vielleicht sogar das Universum, wer weiß? Das sind Mythen und Märchen. Ob es etwas außerhalb dieses zeitlichen Mahlstromes gibt, etwas Unvergängliches, das der Vernichtung widersteht, bleibt dem Glauben überlassen. Natürlich ist es auch tröstlich zu wissen, dass alles vergeht, denn auch das Schlechte vergeht! Wie Samuel Beckett einmal feststellte, ist die Zeit ein zweigesichtiges Monster der Verdammnis und Erlösung!

Das Zeiterleben verschiedener Menschen ist sehr unterschiedlich. Ein alter und ein junger Mensch nebeneinander erleben Zeit verschieden. Wenn man beim Zahnarzt sitzt, dann vergeht die Zeit langsamer als bei einer lustigen Geburtstagsfeier. Menschen, die gequält werden, die Hunger haben und sich sonst wie elend fühlen, haben ein anderes Zeitempfinden als glückliche Menschen. Wenn man verliebt ist, empfindet man, dass die Zeit, die man mit diesem geliebten Menschen verbringt, „wie im Flug vergeht“, und die Zeit, in der man alleine ist und wartet, endlos dauert. In einem Fall sagt man „ja“ zu dem, was passiert, im andern Fall versucht man sich dagegenzustellen. Daran kann man übrigens erkennen, ob man verliebt ist oder nicht! Der subjektive Zeitfluss scheint unmittelbar mit der Zufriedenheit einherzugehen: Je glücklicher wir sind, umso schneller vergeht die Zeit, und je unzufriedener wir mit unserer Situation sind, desto langsamer vergeht sie!

Alles was ich bis jetzt über Zeit gesagt habe, betrifft die erlebte Zeit. Wie kann man aber diese verschieden empfundenen Lebenszeiten aufeinander abstimmen, das heißt: sie miteinander „synchronisieren“?

Nun, man kann versuchen, mit Maschinen und Messinstrumenten die Zeit zu wie einen Gegenstand zu untersuchen, wir sagen „objektivieren“. Das heißt in dem Fall: Alle einigen sich auf bestimmte Übereinkommen, so genannte Konventionen, wie Zeit zu messen sei. Mit Hilfe solcher Regeln kann man dann Uhren bauen und sie aufeinander abstimmen. Man weiß dann sehr genau, wie spät es ist. Damit kann man dann, wie oben beschrieben, die Lebenszeit in kleine Portionen und Portiönchen, in Zeitscheiben und Zeitscheibchen zerlegen.

Schon die Griechen beschäftigten sich im Altertum mit der Zeit und, ganz eng damit zusammenhängend, mit der Bewegung, der zeitlichen Abfolge von Ereignissen. Denn eines erscheint klar: Gäbe es keine Veränderung, dann gäbe es auch keinen Zeitbegriff. Denn dann hätte man nichts, woran man den Zeitbegriff „aufhängen“ oder „festmachen“ könnte: In einer statischen Welt, in der alles ewig unverändert beim Alten bliebe, in so einer Welt gäbe es keine in bestimmten Abständen wiederkehrenden Ereignisse, mit deren Hilfe man Uhren konstruieren könnte. Der Zeitbegriff hätte dann keine Bedeutung.

Und Uhren baut man beispielsweise so: Wir suchen uns bestimmte, immer wiederkehrende Ereignisse aus, wie zum Beispiel die Jahreszeiten, Tag und Nacht, das Herumpendeln eines Stabes oder wie etwa bei Atomuhren die Schwingungen eines Atoms des chemischen Elements Cäsium (ist das Atomuhr?). Dann sagen wir: bei jeder Wiederkehr desselben Zustandes hat sich die Zeit um eine bestimmte Dauer vergrößert. Solche Einheiten fasst man dann zu den traditionellen Zeitspannen zusammen. Eine Sekunde ist beispielsweise definiert als die Zeitdauer, in der ein Cäsiumatom 9,192,631,770 mal zwischen zwei Zuständen hin- und her schwingt. Das zeigt, mit welcher ungeheuren

Genauigkeit wir heute die Zeit mit Atomuhren erfassen können.

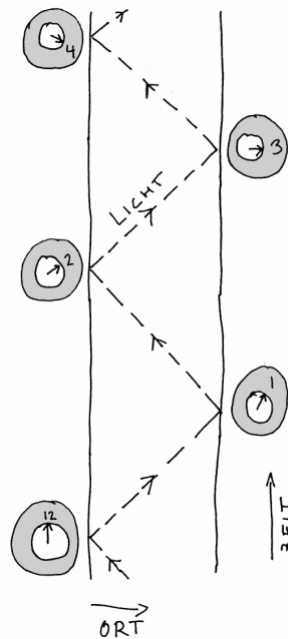
Die meisten Menschen akzeptieren diese Übereinkommen einfach als eine Tatsache, die nicht weiter erwähnenswert erscheint. Und für den Alltag reicht das auch aus. Der Gang der Zeit erscheint absolut, das heißt unabhängig davon, wie sich der Beobachter bewegt.

Aber das ist falsch! Wenn man zum Beispiel in ein Flugzeug steigt und weiter weg nach Westen oder Osten fliegt, muss man die Uhren umstellen! Warum muss man das? Weil eines der Übereinkommen über die Zeit besagt, dass an jedem Ort der Welt ungefähr zu Mittag, also um 12 Uhr, die Sonne am höchsten stehen soll. Wir könnten das die 'Mittagsregel' nennen. Die Sonne scheint nur eine Halbkugel der Erde an. Der andere halbe Kugelteil liegt im Schatten. Und die Zeit in der Schattenzone der Erde heißt Nacht. Um die Mittagsregel zu befolgen, hat man die Erde in Zeitzonen eingeteilt. Innerhalb einer Zeitzone herrscht dieselbe Zeit. Aber untereinander ist die Zeit der Zeitzonen unterschiedlich. Dennoch - in allen Zeitzonen vergeht die Zeit gleich schnell. Die Zeitzonen stehen deshalb immer in derselben Relation zueinander.

Wenn also in Wien die Sonne am höchsten steht, ist in Neuseeland dunkelste Mitternacht. Und umgekehrt, wenn man an den Stränden der *Waitakere Ranges*, einem Erholungsgebiet in der Nähe von Auckland surft, sind in Wien nur mehr Nachtschwärmer unterwegs.

Fragt man aber weiter und versucht herauszufinden, wie man Uhren vergleichen kann, die etwa an verschiedenen Orten aufgestellt sind oder die sich gar zueinander bewegen, dann muss man immer neue Übereinkommen treffen, um solche Uhren zu vergleichen. Eine davon ist beispielsweise, dass es eine größte Geschwindigkeit gibt, mit der sich Signale und Informationen ausbreiten können. Momentan - und vielleicht für immer - ist diese Geschwindigkeit die Geschwindigkeit, mit der sich Licht ausbreitet, das heißt 300.000 Kilometer in der Sekunde.

Eine Übereinkunft oder Konvention betrifft den Gleichlauf von Uhren an verschiedenen Orten. Man schickt zum Beispiel einen Lichtstrahl zwischen zwei gleichartigen Uhren an verschiedenen Orten hin und wieder zurück, etwa wie ein Radarstrahl. Damit erzeugt man so genannte „Radarkoordinaten“. Das nennt man Synchronisation.



Solche Konventionen erscheinen manchmal selbstverständlich, geradezu lächerlich gewöhnlich. Aber sie haben große Konsequenzen für unser Weltbild und manchmal auch für unsere technologische Entwicklung.

Ein Beispiel: Früher hat man geglaubt, dass sich Geschwindigkeiten einfach aufaddieren. Damals konnte man glauben, dass man, wenn man mit Lichtgeschwindigkeit reisen würde und einen Lichtstrahl in die gleiche Richtung aussendet, der kombinierte Strahl zweimal so schnell wäre. Heute weiß man, dass aus Lichtgeschwindigkeit und einer anderen Geschwindigkeit nur wieder Lichtgeschwindigkeit wird. Die Lichtgeschwindigkeit ist überall gleich groß.

Wir haben uns so weitgehend damit abgefunden, dass wir die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit in unserem Einheitensystem festgeschrieben haben. Demnach ist die Lichtgeschwindigkeit keine messbare Größe mehr, sondern ein Übereinkommen der Menschheit. Sie wird überall als gleich festgesetzt, egal wo.

Mit Hilfe von Uhren definieren wir dann unsere Maßstäbe: Das Meter ist die Strecke, die das Licht im luftleeren Raum in der Zeitspanne von exakt 299.792.458 Sekundenbruchteilen zurücklegt.

Denkt man nun diese Überlegungen konsequent durch, dann wird die Gleichzeitigkeit zweier Ereignisse zu einem relativen Begriff, der vom jeweiligen Beobachter abhängt. Genauso gilt für gewisse - aber nicht für alle! - Ereignisse, dass ihre zeitliche Reihenfolge unabhängig von demjenigen ist, der sie beobachtet: Für den einen Beobachter erfolgt das Ereignis A vor dem Ereignis B zu kommen, für den anderen Beobachter passiert B vor A!

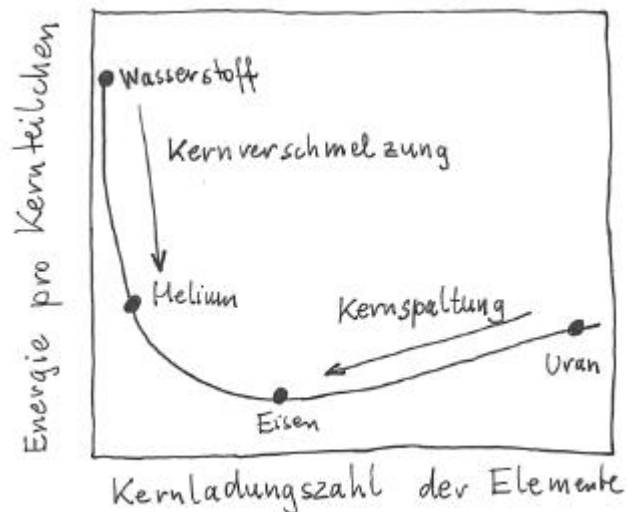
Das Handy eines Zuhörers trillerte laut kreischend eine Melodie. Strick machte eine kurze Pause, um einige Schlucke aus dem vor ihm stehenden Wasserglas zu

trinken. Alexander sah, wie einige Leute im Publikum eingenickt waren. Ganz hinten spielte eine Partie Karten, vermutlich schnapsen. Einige Kollegen von Strick lasen aus mitgebrachten Büchern oder korrigierten Manuskripte. Manche machten einen interessierten Gesichtsausdruck, aber man sah, dass sie die Augen geschlossen hatten, eine anscheinend wohl trainierte Seminarschlafhaltung. Zuhörer, die konzentriert aufpassten, waren in der Minderzahl. Strick schien von Alldem völlig unbeeindruckt. Anscheinend war er ein unaufmerksames, desinteressiertes und sogar störendes Publikum gewohnt.

Er fuhr fort: „Kommen wir nun zu der Frage: Wann passieren zwei räumlich getrennte Ereignisse gleichzeitig? Wie ich bereits angedeutet habe, führt diese Frage, wenn man sie genau untersucht, auf eine ziemlich überraschende Antwort. *Es gibt keine absolute Gleichzeitigkeit, die für alle Beobachter gültig ist!*

Dieses Wissen mag vielen uninteressant erscheinen und nur wenig Einfluss auf das tägliche Leben haben. Aber wer das denkt, der irrt sich gewaltig: Gerade dieses Wissen über die Gleichzeitigkeit zweier Ereignisse zog die Erkenntnis nach sich, dass Masse eine Form von Energie darstellen muss. Warum das so ist, kann ich hier nicht so einfach und anschaulich erklären. Dazu müsste ich die Relativitätstheorie formal entwickeln. Aber die Möglichkeit, aus Masse Energie zu gewinnen, trug wesentlich zur Entfesselung der gewaltigsten bisher freigesetzten Energien bei. Man konstruierte damit Atombomben.

Wie funktioniert eine Atombombe? Nun, viele sehr schwere, massive Atomkerne, zum Beispiel von den Elementen Uran und Plutonium, zerfallen bei einer Atombombenexplosion in andere, leichtere Kerne. Da in den schweren Atomkernen die Energie, die ein solches Kernteilchen aufweist, größer ist als bei Kernen mit mittlerer Massenzahl, wie zum Beispiel Eisen, wird bei einem solchen Kernzerfall Energie frei. Umgekehrt wird beim Verschmelzen sehr leichter Elemente zu schwereren ebenfalls Energie frei. Das liegt daran, dass die Kernteilchen der leichtesten Elemente, wie zum Beispiel Wasserstoff, eine höhere Energie haben wie die Kernteilchen von schwereren Elementen, wie zum Beispiel Helium.“ Strick malte die folgende Skizze an die Tafel:



Er fuhr mit einem Seufzer fort: „Weil so viele Teilchen beteiligt sind, und die Masse-Energieumrechnung so groß ist, kann man sehr große Sprengwirkung erzielen. Man sieht auch, dass der Energiegewinn pro Kernteilchen bei der Kernverschmelzung wesentlich größer ist als bei der Kernspaltung. Zwei kleinere Exemplare dieser Kernspaltungsbomben wurden über jeweils einer japanischen Stadt abgeworfen und haben diese vollkommen verwüstet!

Eine weitere unmittelbare Konsequenz aus diesem Nachdenken über Raum und Zeit war die Vereinheitlichung der elektrischen und der magnetischen Phänomene: Elektrische und magnetische Felder sind bloß die Erscheinungsformen ein und desselben Feldes. Man beobachtet sie nur aus einem anderen Blickwinkel. Was in einem Beobachtungssystem wie ein rein unbewegtes, wir sagen elektrostatisches, Feld erscheint, hat im dazu bewegten System magnetische Anteile.“

Strick zögerte etwas, als er sagte: „Lassen Sie mich eine kurze Seitenbemerkung zum Energiebegriff ganz allgemein machen. Unter Energie verstehen wir die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten. Es gibt viele Formen der Energie:

Bewegungsenergie, Bindungsenergie, die beim Zerfall von chemischen Verbindungen, oder aber von Atomen und Kernen stammt. Energie in Form von Masse, Wärmeenergie und so weiter. Soweit wir bis jetzt festgestellt haben, ist die Summe aller dieser Energieformen in geschlossenen Systemen erhalten, obwohl sich die Energieformen untereinander umwandeln können. Übrigens stoßen wir da auf ein Henne-Ei Problem: Ein geschlossenes System ist ein System, in dem die Energie erhalten ist.

Und Energie fließt sozusagen meistens nach unten: von einem Teil des Systems, welcher eine hohe Energie hat, zu einem Teil, der eine niedrige Energie hat. So kann man Arbeit gewinnen. Typisches Beispiel ist ein mit Wasser betriebenes Mühlrad: Dort wird die Energie des Wassers, das ursprünglich auf einem hohen Niveau dahin fließt und dann in die Tiefe stürzt, genutzt, um Getreide zu mahlen.

Oder die Erde: der Temperaturunterschied zwischen der heißen Sonnenoberfläche und der kalten Erdoberfläche und dem noch kälteren Weltraum wird von den vielen lebenden Organismen benutzt, um die Lebensprozesse in Gang zu halten. Ohne diesen Energiefluss wäre die Erde ein öder Steinhaufen!“

„Lassen sie mich noch ein anderes Thema anreißen: Wir wissen nicht, ob die Zeit Sprünge macht. Im Fernsehen beispielsweise macht sie Sprünge. Auch am Computerbildschirm macht sie Sprünge, genauso im Kino.

Was heißt das: die Zeit macht Sprünge? Das heißt, dass das Geschehen in einzelnen Bildern abläuft, die selbst unverändert sind und ruhen. Beim Film nennt man diese einzelnen Bilder ‘Kader’. Zwischen den Bildern ist nichts.

Man kann sich natürlich fragen - und bereits die alten Griechen haben sich das gefragt - wie es denn überhaupt eine Veränderung geben kann, wenn alles aus stillstehenden Bildern besteht.

Die Bilder beim Film laufen so schnell ab, dass wir sie einzeln nicht mehr erleben. Bei etwa 24 Einzelbildern pro Sekunde ruckelt nichts mehr. Wir erleben diese schnelle Folge von Einzelbildern als Bildfluss, als ununterbrochen fortlaufende, das heißt kontinuierliche Bewegung. Aber das ist nur eine Illusion.

Bei Film und Fernsehen wissen wir natürlich, dass die zeitliche Abfolge eigentlich aus einzelnen Bildern besteht, und dass der ununterbrochene Ablauf eine Illusion, eine Einbildung ist. Und wie ist es mit der „wirklichen“ Zeit - die Zeit, in der wir leben? Ist deren kontinuierlicher, ununterbrochener, Ablauf ebenfalls nur eine Illusion? Bilden wir uns das vielleicht auch nur ein? Wir wissen es nicht!

Es ist nicht leicht, etwas selbst zu erfinden, worüber die alten Griechen nicht schon viel früher nachgedacht haben. Sie waren nicht nur gute Seefahrer auf den Ozeanen, sondern haben auch weite Denkräume des Geistes durchmessen! So ist es nicht verwunderlich, dass einige Griechen des Altertums, insbesondere Zenon von Elea, die folgende Denksportaufgabe erfunden haben:

Achilles, ein mächtiger Held der Antike, läuft mit einer Schildkröte um die Wette. Nehmen wir einmal an, Achilles läuft doppelt so schnell wie die Schildkröte. Natürlich ist das ziemlich falsch - ein Mensch läuft um einiges schneller als eine Schildkröte, aber nehmen wir das vorerst einmal an! Er könnte ja auf einem Bein hüpfen! Damit die langsame Schildkröte überhaupt eine Chance hat, gibt er ihr einen Vorsprung. Nun kommt die Frage: Wird Achilles jemals die Schildkröte erreichen und wann?

Was glauben Sie?

Nun, man kann die Frage so beantworten - und Zeno hat das tatsächlich so gemacht, um zu beweisen, dass die Annahme einer ununterbrochen fließenden

Zeit zu völlig absurden Konsequenzen führt, nämlich dass Achilles die Schildkröte nie überholen kann! Warum? Weil die Schildkröte immer ein Stückchen vorne ist. Am Anfang ist sie vorne, weil Achilles ihr einen Vorsprung gegeben hat. Dann läuft Achilles dorthin, wo die Schildkröte anfangs war. Aber die ist schon weiter gekrabbelt. Dann läuft Achilles dorthin, wo die Schildkröte gerade hingekrabbelt ist. Aber die ist schon wieder weiter gekrabbelt. Dann läuft Achilles dorthin, wo die Schildkröte gerade hingekrabbelt ist. Aber die ist schon wieder weiter gekrabbelt. Dann läuft Achilles dorthin, wo die Schildkröte gerade hingekrabbelt ist. Aber die ist schon wieder weiter gekrabbelt und so weiter und so fort, unendlich oft, bis in alle Ewigkeit, oder etwa nicht?

Wie kann Achilles dann überhaupt jemals die Schildkröte überholen? Wie kommt das zustande, wo ist der Fehler? Autos überholen einander doch auf der Autobahn! Wer weiß des Rätsels Lösung?“

Strick blickte bei dieser Frage in die Runde, wartete aber keine Antwort ab und sprach weiter: „Es gibt mindestens zwei Antworten auf diese Fragen. Es gibt übrigens wahrscheinlich immer mehr Lösungen, als diejenigen, die man kennt, aber die anderen fallen einem einfach nicht ein, deshalb Vorsicht vor vorschnellen Antworten!“

An dieser Stelle unterbrach Strick wieder kurz seinen Vortrag und sah zu einem älteren, gutmütig und etwas froschartig dreinblickenden Mann, der auf der Bank aufrecht sitzend lauthals schnarchte. Er wurde von seinem jüngeren Nachbarn öfter mit dem Ellbogen gestoßen, was nur zur Folge hatte, dass das Schnarchen von einem vorübergehend lauten Röcheln unterbrochen wurde.

Strick lächelte nur milde und fuhr weiter fort: „Die eine Antwort ist: Der Raum ist nicht beliebig oft teilbar. Er ist in kleine elementare Teilbereiche unterteilt, die nicht weiter teilbar sind. Kleinere räumliche Auflösungen haben keinen Sinn. In diesem Fall wird Achilles die Schildkröte einfach deshalb einholen, weil der Raum nicht beliebig oft teilbar ist und deshalb der Vorsprung der Schildkröte einmal verschwunden sein wird: er kommt ihr dann schon so nahe - ein Raumteil - dass sie im nächsten Schritt im selben Raumteil sind.

Die zweite Antwort ist: Die Zeit zwischen den Schritten wird immer kleiner, und zwar um so viel kleiner, dass selbst die Summe dieser unendlichen Anzahl winziger Zeitschritte wieder nur eine endliche Zeit ergibt. Aber dennoch bleibt bei dieser Antwort eine Frage unbeantwortet: In gewissem Sinne müssen sowohl Achilles als auch die Schildkröte in endlicher Zeit in unendlich vielen ‘Zwischenschritten’ eine unendliche Anzahl von Raumpunkten passieren. Wer weiß, vielleicht könnte man aus dieser verborgenen Unendlichkeit im Endlichen einen Nutzen ziehen?

Und trotz all dieser Übereinkommen und Versuche, die Zeit zu wie einen festen

Gegenstand zu untersuchen, wir sagen, dazu 'objektivieren', sollte man sehr vorsichtig sein: Mit dem Zeitbegriff verhält es sich beinahe so, als ob man nach Luft hascht: Immer wieder glaubt man endlich alles zu wissen, und immer wieder stellt sich heraus, dass das Eingefangene nur eine Teilantwort war.

Ich beschließe hier meinen Vortrag und danke allen für ihre Aufmerksamkeit.“

Strick schaute lächelnd in seine Zuhörerschaft, die sich in alle Winde zerstreut zu haben schien. Der Schnarcher war aber inzwischen aufgewacht, oder er döste nur leicht vor sich hin. Die Kartenspieler hatten bereits in der Mitte des Vortrages den Raum verlassen. Stricks Kollegen klappten die mitgebrachten Unterlagen zu und blickten auf.

In der nachfolgenden Diskussion meldete sich gleich ein älterer, glatzköpfiger Zuhörer mit leicht verkommenem Äußeren zu Wort: „Sehr geehrter Herr Professor Strick. Danke für Ihren schönen Vortrag. Dieser scheint mir zu bestätigen, dass Einstein Unrecht hatte mit seiner Relativitätstheorie und er einem fundamentalen Irrtum erlegen ist...“

Weiter kam er nicht. Er wurde von Lockner, der die Diskussionsleitung übernommen hatte, mit einer bestimmten Handbewegung abrupt unterbrochen. Strick erwiderte nur knapp: „Nein, das habe ich nicht behauptet. Im Gegenteil, Albert Einstein ist der Schöpfer unseres heutigen Konzeptes von Zeit und Raum und einer der bedeutendsten Physiker unserer Geschichte überhaupt.“

Einstein hat in der Relativitätstheorie zum einen die Gesetze gefunden, nach denen sich Uhren und Maßstäbe und auch die Teilchenmassen und Felder verändern, wenn man den Beobachtungsstandort wechselt. Er hat weiters die Theorie der elektrischen und die magnetischen Phänomene vereinheitlicht. Und er hat in der allgemeinen Relativitätstheorie den Zusammenhang zwischen der Krümmung der Raum-Zeit einerseits und der Energie-Massendichte andererseits erforscht. Aber nicht zuletzt war Einstein einer der Pioniere und Mitbegründer der Quantenmechanik!“

Neuerliche Versuche des Mannes, Strick zum Abschwören der Relativitätstheorie zu bewegen, wurden von Lockner dadurch vereitelt, dass er einen anderen Zuhörer aufrief. Der stammelte aber ebenso unverständliches und wirres Zeug daher, ganz so, als hätte man einige Worte in einen Barmixer geleert, den man hierauf gründlich durchschüttelte. Die Diskussion kam bald zu einem natürlichen Ende, indem sie in Merkwürdigkeiten und Schrulligkeiten versandete. Lockner dankte noch allen Zuhörern für die, wie er sagte, interessierte und rege Anteilnahme und Aufmerksamkeit.

In dem Moment sprang der Schnarcher mit einer Behendigkeit, die man bei ihm niemals vermutet hätte, auf, schüttelte sich durch und lief ohne sich umzublicken

aus dem Raum. Er hatte übrigens keine verschiedenfarbigen Socken an, sondern überhaupt keine! Alexander hatte es ja schon zu Beginn vermutet: Hier lebten merkwürdige Leute!



Auf dem Nachhauseweg erklärte ihm sein Vater, dass Strick eine etwas eigenwillige Auffassung der Relativitätstheorie zu vertreten schien. Üblicherweise wurde die Unveränderlichkeit der Lichtgeschwindigkeit als eine feste physikalische Eigenschaft, als Tatsache, eingeführt und nicht bloß als eine beliebige Annahme. Außerdem wurde die Frage, ob die Zeit kontinuierlich oder diskret verging, heute kaum mehr diskutiert. Und schließlich und endlich: Was hatte eine ausführliche Schilderung der subjektiv erlebter Zeit in einer Physikvorlesung verloren? Steckte Strick etwa in einer Krise, oder war er vom Thema abgekommen? Sein Vater war demnach eher unzufrieden mit Stricks Vortrag.

Alexander war da etwas anderer Meinung. Was sein Vater kritisierte, hatte gerade ihm gefallen. Nicht so schön fand er dagegen, dass manche Leute so wenig zugehört hatten und sogar während des Vortrages eher zerstreut ihrem Tagewerk nachgegangen waren. Er nahm sich vor, das sollte bei ihm anders werden. Bei ihm würde es recht ordentlich knallen und tuschen! Und da sollte einmal jemand schnarchen!

Kapitel 12

Warum sehen wir nur eine Mondseite?

„Warum sehen wir nur eine Mondseite?“, fragte Alexander seinen Vater ein paar Tage später, denn das hatte er schon lange wissen wollen. Der aber kannte die Antwort nicht, was er auch offen zugab. Alexander wunderte sich über seinen Vater. Dem schien eine so einfache, aber zugleich höchst merkwürdige Tatsache, die er nicht erklären konnte, überhaupt nicht zu bekümmern. Genausogut hätte wahrscheinlich der Mond oder ein Komet mit einem Riesenkrach auf die Erde fallen können, und niemandem wäre zuvor eine Veränderung aufgefallen, die auf die drohende Gefahr aufmerksam gemacht hätte. Ja, warum fiel der Mond eigentlich nicht auf die Erde? Oder die Erde auf den Mond? Ein Apfel fällt doch auf die Erde. Warum nicht der Mond?

Alexander freute sich auf seinen nächsten Besuch im Physikalischen Institut. Dort würde er eine Antwort bekommen. Er war nun häufig dort, und Strick hörte ihm immer aufmerksam zu. Als er ihm diesmal seine Fragen stellte, nahm er ein

kleines, schmales Büchlein vom Regal und hielt es ihm vor die Nase: „Das Wesen Physikalischer Gesetze“ von Richard Feynman. Erstes Kapitel: Das Gravitationsgesetz - Schulbeispiel für ein physikalisches Gesetz“, las er Alexander laut vor.

War das etwa Stricks Bibel, worin er immer nachschaute, wenn er nicht recht weiter wusste? „Das Buch kenne ich schon, das hast du mir doch neulich gegeben. Und ich habe auch schon etwas darin gelesen. Wie viele Exemplare hast du denn davon?“

„Ach, das hatte ich vergessen“, Strick war etwas verlegen, lächelte aber gleich wieder verschmitzt: „Ich kann dir aber auch ohne die Hilfe dieses Buches antworten. Hier haben wir es nämlich mit einem ganz großen alten Gesetz der Physik zu tun, das als eines der ersten entdeckt wurde. Das Gesetz von der Gravitation oder Schwerkraft, denn Gravitation ist vom lateinischen Wort *gravis*, das heißt „schwer“, abgeleitet, beschäftigt sich genau mit deinen Fragen. Seine Geschichte ist sehr spannend. Wenn du willst, erzähle ich sie dir.“

Alexander lehnte sich in dem großen Sessel, erwartungsvoll zurück. „Ja, das mit den Planeten interessiert mich sehr, das wundert mich immer, wie die da oben von allein am Himmel hängen bleiben, wo doch sonst alles auf der Erde hinunterfällt.

„Dann kannst du dir ja vorstellen, dass sich viele Menschen vor dir schon diese Fragen gestellt haben. So wundert es nicht, dass unsere Vorfahren schon sehr, sehr früh die Bewegungen der Himmelskörper beobachtet haben. Sie kamen zu dem Schluss, dass es Planeten gibt, die sich genauso wie die Erde um die Sonne drehen. Das geriet dann in Vergessenheit. Eine lange Zeitspanne lang meinten die Menschen, die Sonne und alle Himmelskörper würden sich um die Erde drehen, bis Nikolaus Kopernikus die Sonne wieder ins Zentrum unseres Planetensystems rückte. Das war vor über vierhundert Jahren.

Kopernikus arbeitete damals als Arzt in Polen und machte private Beobachtungen in seiner eigenen Sternwarte. Im Jahr 1514 veröffentlichte er seine Erkenntnisse, dass nicht die Erde der Mittelpunkt ist, um den sich die Sonne und die anderen Planeten drehen, sondern vielmehr die Sonne, um die sich die Erde und mit ihr die anderen Planeten bewegen. Er stellte damit das Bild, das sich die Menschen seiner Zeit von der Welt machten, völlig auf den Kopf. Deshalb spricht man auch von einer „kopernikanischen Wende“. Mit seiner Schrift löste er eine heftige jahrhundertlange Debatte aus. Viele Menschen waren empört, weil durch seine Idee die Erde und der Mensch an Bedeutung verlor, denn sie standen nun nicht mehr im Mittelpunkt, sondern waren nur ein Teil des großen Universums.

Besonders die römische Kirche verteidigte das alte Weltbild und ging mit denen, die nicht daran glauben wollten, hart ins Gericht. Berühmt geworden ist der Fall

des italienischen Wissenschaftlers Galileo Galilei (1556-1642), der durch seine Beobachtungen des Himmels etwa hundert Jahre später zur gleichen Erkenntnis wie Kopernikus gelangt war und auch den Papst davon überzeugen wollte, was ihm aber nicht gelang. Als er im Alter von fast 70 Jahren sein Lebenswerk veröffentlichen wollte, wurde ihm im Jahr 1632 in Rom der Prozess gemacht, er wurde gefangen gehalten und musste seine Behauptung, die Erde drehe sich um Sonne, widerrufen. Die Kirche hat dann aber später ihren Irrtum eingesehen.

Jahre zuvor hatte aber ein Mann namens Tycho Brahe (1546-1601), der sich lieber aus dem ganzen Streit heraushielt, in Dänemark etwa um das Jahr 1570 eine tolle Idee: Er nahm sich vor, die Positionen der Planeten und anderer Himmelskörper ganz genau zu messen. So konnte man dann vielleicht die verschiedenen Meinungen und ihre Vorhersagen, die die anderen gemacht hatten, testen. Tycho war ein reicher Mann. Er stattete eine ganze Insel (die heutige schwedische Insel Hven), die er vom dänischen König Friedrich II eigens dazu geschenkt bekommen hatte, mit Beobachtungsstationen aus. Nacht für Nacht schrieb er die genauen Positionsdaten der Himmelskörper auf und machte eine ganze Reihe bemerkenswerter und spannender Entdeckungen. Ab 1599 wurde er Hofastronom des Kaisers Rudolf II in Prag. Dort begegnete ihm auch der deutsche Astronom Johannes Kepler (1571-1630), der sein Schüler und Nachfolger wurde.

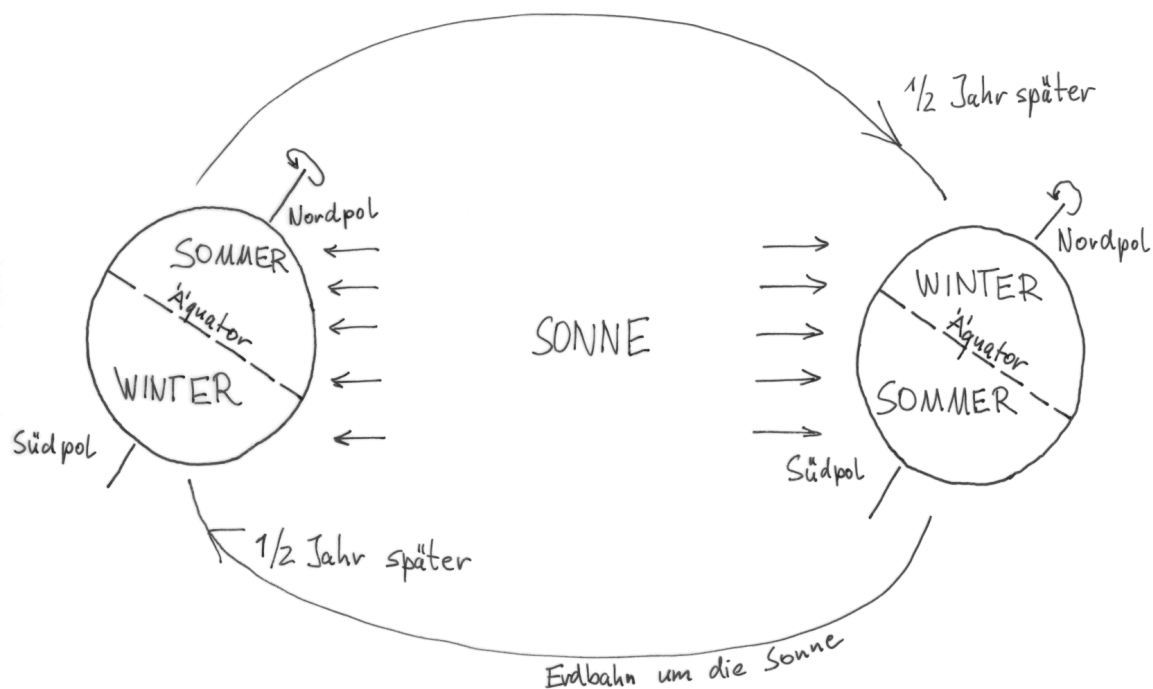
Kepler studierte die Daten, die sein Lehrer Tycho Brahe gesammelt hatte, genauer und versuchte zu verstehen, welche Art von Bahnen die Planeten um die Sonne haben. Dabei kam er auf seine Bewegungsgesetze. Er bewies damit als erster, dass sich die Planeten nicht in richtigen Kreisen um die Sonne bewegen, sondern auf *gestauchten* Kreisen, das heißt Kreisen, die etwas platt oder oval aussehen. Man nennt diese Figuren auch Ellipsen. Und in einem der Brennpunkte dieser Ellipsen befindet sich die Sonne. Die Erde bewegt sich entlang ihrer Ellipsenbahn einmal im Jahr um die Sonne herum.“

„Kommen so die Jahreszeiten zustande?“, wollte Alexander wissen, „wenn die Erde einmal näher von der Sonne entfernt ist und einmal weiter?“
„Nein, das nicht!“, rief Strick, „denn dann müsste es überall auf der Erde dieselbe Jahreszeit geben. Das ist aber nicht der Fall. Wenn bei uns Sommer ist, herrscht in Neuseeland, in der Antarktis, in Australien und in Südamerika Winter und umgekehrt. Die Stauchung der Erdbahn spielt dabei kaum eine Rolle.“

Ganz wesentlich für das Entstehen der Jahreszeiten ist, dass die Achse, auf der sich die Erde um sich selbst dreht, in Bezug zu ihrer Umlaufbahn um die Sonne geneigt ist. Denn die Erde macht ja zwei Bewegungen: Sie dreht sich einmal in 24 Stunden um sich selbst. Man nennt das die Erdrotation. Dadurch kommt es zu Tag und Nacht, denn eine Erdhalbkugel ist immer der Sonne zugewandt, während die andere von ihr abgewandt ist. Und sie dreht sich einmal im Jahr um die

Sonne, und zwar im entgegen gesetzten Uhrzeigersinn. Durch die Neigung der Erdachse - du kannst sie dir als schräge Linie, die durch Nord- und Südpol verläuft, vorstellen, kriegen verschiedene Teile der Erde beim Lauf um die Sonne, ganz verschiedene Mengen an Sonnenlicht ab. Auch die Länge des Tages und der Nacht zu den verschiedenen Jahreszeiten hängt damit zusammen. Bei dem jährlichen Weg der Erde um die Sonne bewirkt die geneigte Achse, dass sich der Nordpol während eines Teils des Jahres der Sonne zuwendet. Dann ist auf der Nordhalbkugel Sommer. Ein halbes Jahr später ist der Nordpol dann von der Sonne abgewandt und die Nordhalbkugel kühlt ab. Es ist dort Winter. Gleichzeitig ist nun der Südpol der Sonne zugeneigt und auf der Südhalbkugel der Erde ist nun Sommer.“

Strick nahm ein Blatt Papier und malte eine Skizze darauf.



Am besten kann man sich das aber vorstellen, wenn man das einmal mit Bällen oder mit einem Globus selbst ausprobiert.

„Oh ja, das versuche ich mal mit Stefi und den anderen, aber wie geht die Geschichte weiter, nachdem Kepler herausgefunden hat, dass die Planeten auf sich auf platt gedrückten Kreisen bewegen?“ wollte Alexander nun wissen.

Nun, der berühmte Galileo Galilei, von dem ich dir schon erzählt habe, interessierte sich neben seinen Himmelsbeobachtungen auch sehr dafür, wie sich ganz gewöhnliche Gegenstände auf der Erde bewegen. Man erzählt sich, dass er oft auf den schiefen Turm von Pisa stieg und verschiedene Dinge herunterwarf, um zu studieren, wie schnell sie fielen, oder er ließ Kugeln geneigte Flächen

hinterrollen, Pendel schwingen und ähnliches. Bei seinen vielen Experimenten entdeckte er eine interessante Eigenschaft, die man jetzt als Trägheitsgesetz bezeichnet: Wenn auf einen Körper oder Gegenstand nichts von außen einwirkt, dann ändert er seine Bewegung auch nicht, er ist sozusagen träge. Ein ruhender Körper bleibt ruhend, und ein Körper, der sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit in eine bestimmte Richtung bewegt, wird das in diesem Fall auch weiter tun: Er bewegt sich immer weiter, und zwar auf einer geraden Linie.

Was Galileo entdeckt hatte, half dem englischen Physiker und Mathematiker Isaac Newton (1642-1727), der auch an diesen Problemen forschte, ein paar Jahre später sein berühmtes Gesetz von der Gravitation oder Schwerkraft niederzuschreiben. Ja, hatte er sich gefragt, wenn Gegenstände träge sind und immer die Richtung fortsetzen, die sie einmal eingeschlagen haben, was genau verändert dann ihre Bewegung? Und auf die Himmelskörper übertragen: Wenn ein Planet um die Sonne kreist, dann ist das keine gerade Linie, die er aufgrund von Galileis Trägheitsgesetzes eigentlich beschreiben sollte. Warum? Was ist die Ursache für seine Kreisbewegung?

All diese Fragen beschäftigten Newton sehr. Und er fand auch eine Antwort: Es sind Kräfte, die auf von außen einwirken! Zum Beispiel Stoßkräfte, wenn also ein Körper von einer Kraft in eine andere Richtung geschubst wird. Aber er fand heraus, dass es noch eine andere mächtige Kraft gibt, und zwar eine, die bewirkt, dass sich zwei oder mehrere Massen von Körpern gegenseitig anziehen. Er nannte sie Gravitation. Wir sagen dazu auch Schwerkraft, man könnte auch Massenanziehungskraft sagen.

Nach dem Gesetz, das Newton aus seinen Erkenntnissen ableitete, lässt sich die Schwerkraft, die zwischen der schweren Masse zweier oder mehrerer Körper wirkt, genau berechnen. Sie hängt vor allem davon ab, wie groß die Massen der Körper sind und wie nahe sie einander sind und wie stark sie sich bewegen. Je größer die Masse eines Gegenstandes desto größer seine Anziehungskraft, die er auf die andere ausübt. Und dieses Gesetz herrscht zwischen allen Gegenständen auf der Welt, ob sie nun klein oder groß sind, wir sagen deshalb es ist universell oder allgemeingültig. Zwischen zwei beliebigen Gegenständen tritt also immer eine Schwerkraft auf, das heißt, sie ziehen sich gegenseitig an. Man kann sie sogar auch im Labor messen. Du kannst dir aber denken, dass diese Kraft erst richtig zwischen ganz massigen Körpern wie der Sonne und ihren Planeten, der Erde und dem Mond eindrucksvoll zur Geltung kommt.

Um zu Isaac Newton zurückzukommen, so erzählt man sich von ihm eine lustige Geschichte: Um das Jahr 1665 saß er eines Tages in seinem Garten unter einem Apfelbaum. Plötzlich fiel ihm ein Apfel auf den Kopf. Das soll ihn so zum Nachdenken angeregt haben, dass er sich fragte, ob die Kraft, die den Apfel bodenwärts zog, nicht die gleiche sei, die den Mond in Richtung Erde oder die

Erde in Richtung Sonne zog. Und was glaubst du? Durch seine Experimente und Berechnungen fand er heraus, es ist tatsächlich die gleiche Kraft!

Umso bewundernswerter sind Newtons Leistungen, wenn man bedenkt, dass er eine unglückliche und einsame Kindheit gehabt hat. Seine Eltern waren Landwirte in einem kleinen englischen Dorf. Sein Vater starb schon vor seiner Geburt und seine Mutter ließ ihn, im Alter von drei Jahren, bei seinen Großeltern zurück, als sie einen anderen Mann heiratete, der ihn nicht haben wollte. Er durfte aber wenigstens mit zwölf Jahren auf eine Lateinschule. In seiner Freizeit bastelte er und baute Modelle. Mit siebzehn Jahren wurde von der Schule genommen, er sollte den Bauernhof seiner Eltern übernehmen. Doch daran hatte er überhaupt kein Interesse. Anstatt die Schafe zu hüten, baute er lieber Wasserräder und ähnliche Dinge. Unterdessen brachen die Schafe ins Getreidefeld der Nachbarn ein, und so gab es dauernd Ärger mit ihm. Sein Onkel und der Rektor seiner Lateinschule konnten seine Mutter deshalb ohne große Mühe dazu überreden, ihn 1661 auf die Universität Cambridge zu schicken. Und so begann seine wissenschaftliche Laufbahn....

Aber richtig berühmt hat ihn sein Gesetz von der universellen Gravitation gemacht, nach dem alle Körper im Weltraum und auf der Erde unter der Wirkung einer Kraft, der Schwerkraft, stehen und nach dem man nun den Lauf der Planeten berechnen konnte. Und damit wären zurück bei unserem Thema: Wo waren wir stehen geblieben?“

„Bei der Erde und ihrer Schwerkraft“,

„Ja richtig. Nun, das ist ja wirklich nicht schwer einzusehen, dass die Erde eine größere Masse besitzt als alle anderen Gegenstände oder Körper, die auf ihr existieren. Daher sorgt ihre Schwerkraft dafür, dass alle Dinge auf ihr zu Boden fallen, dass der Ball, den du in die Luft geworfen hast, wieder zur Erde zurückkehrt, dass der Regen und der Apfel vom Baum nicht aufwärts, sondern abwärts fällt und große Gebirge und Flüsse auf ihr kleben bleiben. Dabei werden alle Dinge immer zum Erdmittelpunkt gezogen. Selbst wenn die Erde sich dreht, und du zum Beispiel den Eindruck hast, dein Onkel in Neuseeland stünde auf Kopf, brauchst du keine Angst zu haben, dass er ins Weltall fällt, die Schwerkraft der Erde zieht ihn und dich wie ein Magnet immer zu ihrem Mittelpunkt.“

„Moment, es gibt aber Dinge, die nicht auf die Erde fallen. Zum Beispiel fallen Vögel nicht auf die Erde oder Flugzeuge, wenn sie fliegen, oder mein Drache, wenn er in die Luft steigt.“

„Richtig, durch die Kraft des Windes oder durch den Rückstoß bei Flugzeugantrieben kann man die Schwerkraft überwinden. Wenn aber diese Gegenkräfte ausfallen, stürzten Drachen und Flugzeuge genauso zur Erde wie alle anderen Objekte.“

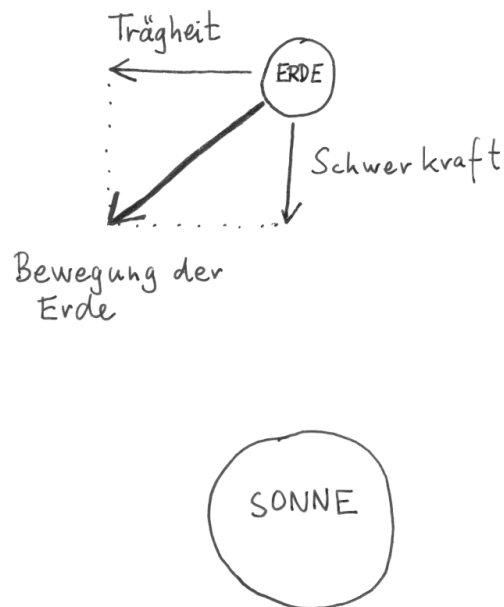
„Das mit der Schwerkraft der Erde, die alles auf ihr anzieht, habe ich jetzt ziemlich gut verstanden. Ich weiß aber immer noch nicht, warum die Planeten kreisen und ständig auf ihren Umlaufbahnen bleiben, die Erde um die Sonne oder der Mond um die Erde? Und warum fällt der Mond nicht auf die Erde oder die Erde auf die Sonne?

„Stimmt, die Frage haben wir noch nicht beantwortet. Es sind aber die gleichen Gesetze, die das bewirken. Vor allem das Gesetz der Schwerkraft, das besagt, zwei Körpermassen ziehen einander an.

Ich habe dir ja gesagt, dieses Gesetz gilt überall. Es wirkt nicht nur zwischen der Erde und den Gegenständen auf ihr, sondern in unserem ganzen Sonnensystem, das die Sonne als ihren Mittelpunkt hat. Wahrscheinlich sogar im ganzen Universum. In unserem Sonnensystem gibt es neun Planeten, die die Sonne umkreisen. Nach zunehmender Entfernung von der Sonne sind dies: Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und Pluto. Merkur steht der Sonne also am nächsten, Pluto am weitesten von der Sonne entfernt. Und es gibt eine ganze Menge Monde, die ihrerseits wieder die Planeten umkreisen. Unsere Erde hat auch ihren eigenen Mond, der ihr ständiger Begleiter ist. Das heißt die Schwerkraft wirkt zwischen der Sonne und der Erde, den anderen Planeten und der Sonne, den Planeten untereinander und zwischen den Planeten und ihren Monden. Sie hält das Sonnensystem zusammen, macht, dass alle Bewegungen aufeinander abgestimmt und alles so wunderbar funktioniert.

Klar ist, dass die Erde größer ist als der Mond, ihre Anziehungskraft auf ihn also stärker ist als seine Anziehung auf sie, deshalb dreht sich auch der Mond um die Erde und nicht umgekehrt. Das gleiche gilt für die Sonne, deren Masse größer ist als die der Erde und die des Mondes. Daher drehen Erde und mit ihr zusammen der Mond sich um die Sonne.

Aber grundsätzlich gilt, dieselbe Kraft, die einen Apfel zu Boden fallen lässt, hält auch die Planeten auf ihren Umlaufbahnen. Und der Mond fällt nur deshalb nicht auf die Erde, weil er sich durch die Trägheit ständig sowohl schräg von ihr wegbewegt, als auch von der Schwerkraft angezogen zu ihr hinbewegt. Daraus resultiert dann die Bahn des Mondes um die Erde. Das gleiche Prinzip gilt für die Erde, dass sie nicht auf die Sonne fällt. Etwa so.“ Er machte eine Skizze



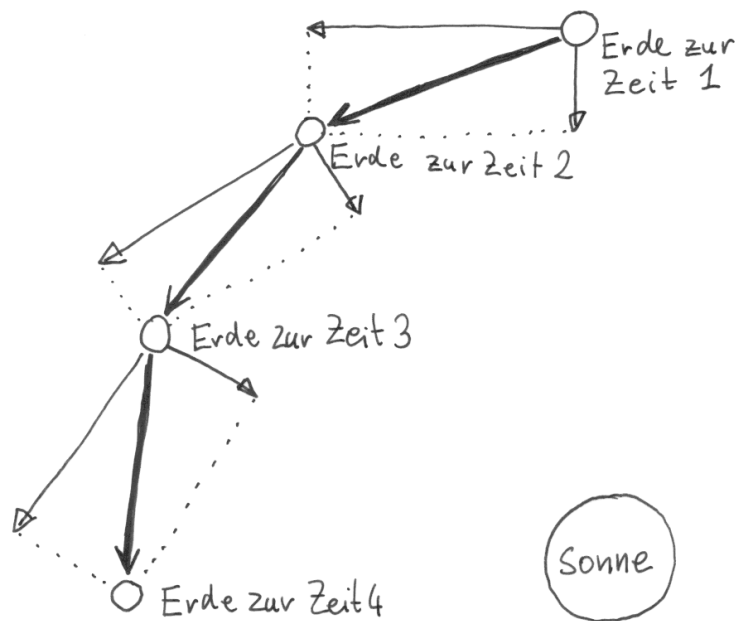
„Halt mal, das verstehe ich jetzt aber nicht, bisher hast du nur von der Kraft geredet, mit der Erde auf den Mond einwirkt und ihn anzieht, ebenso von der Kraft der Sonne, die die Erde anzieht. Jetzt sprichst du aber plötzlich davon, dass der Mond deshalb nicht auf die Erde fällt, weil er sich sowohl von ihr wegbewegt als auch zu ihr hinbewegt und dadurch erst seine Bahn entsteht. Kannst du mir das erklären? Hat das vielleicht mit seiner Trägheit zu tun, dass er seinen ursprünglich eingeschlagenen Weg gar nicht gern verlässt und lieber weiter gerade an der Erde vorbeigehen würde? Oder fällt der Mond vielleicht doch irgendwann herunter?“

Und dann frage ich mich plötzlich auch, woher die ganzen Himmelskörper herkommen, und dann, warum die Erde und der Mond und die all die anderen Planeten sich überhaupt bewegen, zuerst mal geradeaus, und warum sie sich dabei auch noch ständig um sich selbst drehen? Was hat sie in Schwung gebracht. Das Trägheitsgesetz sagt ja nur, dass ein Gegenstand bei einer ursprünglichen Bewegung bleibt, und das Schwerkraftgesetz sagt, dass es seine ursprüngliche Bewegung ändert. Aber es erklärt nicht, woher die ursprüngliche Bewegung kommt. Sie müssen ja auch erst einmal in die Nähe der Sonne geflogen kommen, damit diese sie einfangen kann. Oder?“

„Mann oh Mann, das sind aber wirklich schwere Fragen. Strick kam jetzt offensichtlich ins Schwitzen und holte ein großes zerknittertes Taschentuch heraus, mit dem er sich über die Stirn fuhr. Dann seufzte er tief, schaute zur Decke und rollte mit den Augen. Alexander hatte plötzlich etwas Mitleid mit ihm. Ja, das kannte er ja, seinem Vater wurden manchmal seine Fragen auch zu viel. Aber der war doch schließlich auch kein Professor.“

„Soll ich morgen wieder kommen?“, fragte er zaghaft.

„Nein, nein“, protestierte Strick. „Ist schon gut. Lass’ diese Vorstellungen erst einmal auf dich einwirken: die Bahn der Erde um die Sonne kommt dadurch zustande, dass in jedem Moment die Erde wegen ihrer Trägheit seitwärts von der Sonne wegfliegt. Gleichzeitig wird sie aber von der Schwerkraft wieder zur Sonne hingezogen. Es ist wie ein ständiges Wegggleiten und Heranziehen. Was dabei herauskommt, das ist die Umlaufbahn der Erde um die Sonne.“ Strick machte noch eine Skizze, die einen Teil der Erdbahn um die Sonne beschrieb.



Er schob sie Alexander hin und fuhr dann fort: „Und nun die schwerere Frage nach der Ursache der Bewegung überhaupt: Wir haben da natürlich einige Erklärungen: Die Planeten bewegen sich schon seit der Entstehung unseres Sonnensystems in ihren Bahnen. Heute sind sich die meisten Wissenschaftler einig, dass die Sonne und die Planeten, einschließlich der Erde, aus einer rotierenden Gas- und Staubwolke hervorgingen, die sich im Raum sammelte und unter der eigenen Schwerkraft immer dichter wurde. Der größte Teil der Wolke wurde zu unserer Sonne, aus dem Rest bildeten sich die Planeten.

Mit der Schwerkraft kann man aber auch noch viele andere Erscheinungen erklären. Zum Beispiel die Gezeiten, das Steigen und Fallen des Wasserspiegels in den Meeren und an sehr großen Seen. Man nennt das Flut und Ebbe. Pro Tag gibt es zweimal Ebbe und Flut. Das kommt daher, dass auf der dem Mond zugeneigten Seite der Erde das Wasser mehr vom Mond angezogen wird als die darunter liegende Erde, weil es dem Mond näher ist als der Rest der Erde. Das Wasser fließt also zum Mond. Und auf der dem Mond abgewandten Seite der Erde wird das Erdreich mehr angezogen als das Wasser, da es ja dem Mond

näher ist als das Wasser. In beiden Fällen erleben die am Strand Stehenden diese Veränderungen durch die Schwerkraft des Mondes als Flut. Dort, wo das Wasser weg geflossen ist, herrscht Ebbe. Isaac Newton hat das zum ersten Mal durchschaut. Ist das nicht knifflig? Einfach und doch kompliziert zugleich? Man muss nur das richtige Bild haben: das der Erdkugel mit den Meeren, und dem Mond, dann schwappt das Wasser Richtung Mond und bleibt zurück, je nachdem ob der Mond näher oder weiter als der Rest der Erdkugel ist.“

Alexander runzelte die Stirne. Er war sich nicht klar, ob er das alles verstanden hatte. Draußen war es inzwischen dunkel geworden. Es war ein klarer Abend und der Mond stand groß und kugelrund am Himmel. Da fiel Alexander wieder ein, was der Auslöser seines heutigen Besuches gewesen war. „Darf ich dir noch eine letzte Frage stellen?“ Strick nickte. „Warum sehen wir immer nur dieselbe Seite des Mondes?“

Beide waren jetzt ans Fenster getreten und sahen in den Himmel.

„Schau einmal, jetzt sieht der Mond so aus, als hätte er ein Gesicht, rief Alexander, „und er ist ja fast so groß wie die Sonne, die tagsüber am Himmel steht Stimmt das?“

„Na ja, der Mond ist immerhin über 384.000 Kilometer von uns entfernt. Im Vergleich dazu aber ist die Sonne fast 150 Millionen Kilometer von der Erde entfernt. Der Mond wirkt also am Nachthimmel nur deshalb so groß, weil er der Erde viel näher ist. Tatsächlich ist der Mond jedoch vierhundert Mal kleiner als die Sonne.“

„Aha, das ist ja interessant. Aber komisch ist doch, dass man von ihm immer nur dieselbe Seite sieht. Du hast doch gesagt, der Mond kreist dauernd um die Erde, ist er denn dabei ganz starr, ich meine, dreht er sich denn nicht auch um sich selbst, wie die meisten anderen Himmelskörper, zum Beispiel die Erde, die sich ja auch doppelt dreht, einmal um die Sonne und einmal um sich selbst. Sehen wir vielleicht deshalb immer nur die eine Seite von ihm?“

„Das Verhältnis zwischen Erde und Mond ist ein ganz besonderes, sozusagen eine kleines eigenes System im großen Sonnensystem. Der Mond unser engster und treuester Begleiter im Weltraum. Aber es stimmt, wir sehen immer nur die eine Seite. Seine Rückseite haben bisher nur wenige Menschen mit eigenen Augen gesehen, die Astronauten, die bis hinter den Mond fliegen konnten. Seine Rückseite konnte erst fotografiert werden, als wir Raumfahrzeuge bauen konnten, die den Mond umrundeten und uns Bilder von ihr zur Erde schickten. Das war um 1959. Aber auch der Mond rotiert, das heißt dreht sich um seine eigene Achse, ähnlich wie die Erde und alle anderen Planeten. Daran liegt es also nicht.

Den Grund, warum wir nur immer die Vorderseite des Mondes sehen, mußt dir so vorstellen: Genauso wie die verschiedene Nähe zum Mond das Wasser in Ebbe und Flut auf der Erde hin- und herbewegt, genauso spüren die äußeren Schichten der Mondoberfläche diesen Zug von der Erdanziehung. Und zwar 81-mal stärker, weil die Erdmasse 81 Mondmassen entspricht. Da kommt es zu verschiedenen kleinen Bewegungen der Mondsichten zueinander. Und es kommt dadurch zur Reibung zwischen den verschiedenen Schichten der Mondkruste und dem Mondinneren. Gestein reibt sich aneinander. Und diese Reibung hat in der Vergangenheit eine ständige Verlangsamung der Mondumdrehung bewirkt, bis zu dem Punkt, an dem keine innere Reibung der Gesteinsschichten mehr auftrat. In gewisser Weise wurde die Mondumdrehung ganz langsam in Wärme umgewandelt, bis zu dem Punkt, an dem sich der Mond genauso lange um seine eigene Achse dreht, wie er die Erde umkreist. Seitdem zeigt er uns immer nur dieselbe Seite, und es wirken am Mond keine Gezeitenkräfte mehr!“

„Hm, ich glaube, jetzt habe ich’s kapiert“, seufzte Alexander und ließ sich erleichtert auf seinen Sessel plumpsen.

Auch Strick hatte sich wieder gesetzt und lehnte sich zufrieden zurück. Während Alexander noch nachsann, kam Strick noch einmal auf ihr heutiges Hauptthema zurück.

„Seit Isaac Newton sind wir aber nicht stehen geblieben, sonder haben noch andere Vorstellungen zur Schwerkraft entwickelt. Bei Newton ist das eine anziehende Kraft zwischen zwei Massen, wie wir gesehen haben, die man auch im Labor direkt nachweisen kann, in dem man zwei Massen aufstellt und aufeinander einwirken lässt. Albert Einstein hat dann im vorigen Jahrhundert ein anderes Erklärungsmodell geliefert. Das Bild der Schwerkraft dort ist überhaupt keine Kraft mehr, sondern eine Art Missbildung, eine Krümmung oder Verzerrung des Raumes und der Zeit. Jede Masse erzeugt eine bestimmte Art der Raumkrümmung. Unser Eindruck von Schwerkraft entsteht demnach dadurch, dass die Massen sich völlig frei in diesem gekrümmten Raum bewegen und immer die für sie günstigsten und kürzesten Bahnen nehmen. Nach Einstein gibt es keine Schwerkraft mehr, nur den gekrümmten Raum, in dem sich die Körper frei bewegen.“ (eventuell etwas kürzen)

„Gekrümmter Raum?“, fuhr Alexander hoch. Als Strick seine Verwirrung sah, meinte er entschuldigend: „Aber das sind alles nur Bilder, das mußt du dir jetzt nicht merken. Schön ist, wenn du jetzt weißt, was die Dinge auf der Erde zu Boden zieht und die Bewegung der Planeten verursacht: es die Schwerkraft oder Gravitation, die ganz allgemein bewirkt, dass Körper einander anziehen.“

Und du stehst ja erst am Anfang. Macht nichts, wenn du diese wirklich komplizierten Dinge nicht alle gleich verstehst. In den nächsten Jahren wirst du

noch viel Zeit haben, all das, was ich dir erzähle, genauer zu erforschen. Aber ich glaube, du hast heute schon eine Ahnung, wie das alles entdeckt wurde!“

Es war spät geworden. Alexander blickte auf seine Uhr und sprang auf. O je! Er musste zum Abendessen. Er bedankte sich bei Strick und machte sich auf den schnell auf den Heimweg. Dabei hüpfte und rannte er abwechselnd und blickte immer wieder zum Mond hinauf, so dass er beinahe hingefallen wäre. Irgendwie war er glücklich. Manchmal meinte er zwar, ihm würde gleich der Kopf zerspringen. Aber Strick hatte ja gesagt, das mache nichts. So viel Neues hatte er heute erfahren und er freute sich, bald noch viel mehr zu erfahren - von dem, woraus die Welt besteht...

Kapitel 13

Licht steckt voller Wunder

Alexander hatte einige Schulfreunde ins Vertrauen gezogen. Das war die bewährte Computergruppe: Alex2, Stefi und Jakob. Alex2, ein eher zierlicher rothaariger Bub, hieß eigentlich auch Alexander, aber sie hatten drei Alexander in der Klasse. Um die auseinander zu halten, nannte ihr Lehrer sie Alex, Alex2 und Alex3. Alexander war der Alex3. Stefi war ein großes, etwas rundliches Mädchen, welches die Klassenbeste war, und dabei eine gute Kameradin. Man konnte, wie Alex2 sich ausdrückte, mit ihr „durch Dick und Dünn gehen“. Und das wollten sie ja auch, denn sie waren sich einig, dass es beim Vortrag kräftige Explosionen und beeindruckende Demonstrationen geben sollte!

Die Frau Schuldirektorin bekam Wind von der Sache und war sofort hellauf begeistert. Allerdings war sie nur schwer davon abzubringen, selbst ein paar Versuche zu probieren. Aber schließlich wollten Alexander und seine Freunde unter sich bleiben. Sie hatte jedenfalls mit mütterlicher Besorgtheit und organisatorischer Beharrlichkeit die Koordination übernommen. Lockners Gruppe war zwar nicht von Strick als Anlaufstelle benannt worden, aber die Direktorin hatte gleich einen Termin „im Fotolabor“, wie sie sich ausdrückte, vereinbart.

Und so pilgerte die kleine Gruppe unter ihrer Leitung eines schönen Frühlingstages- in die Locknerschen Experimentierhallen und wurde dort von einem freundlichen jüngeren Mann begrüßt. Zu Alexanders Erleichterung verabschiedete sich die Direktorin nach der Übergabe und einigen freundlichen Worten aber bald wieder.

Als sie dem jungen Mann, der sich als Peter vorgestellt hatte, einige Zeit etwas unschlüssig gegenüberstanden, fragte er sie, ob sie gleich *in medias res* gehen

wollten, was, wie er dazusagte, soviel hieß wie „in die Mitte der Sache“, also zur Hauptsache eben. Als sie bejahten, führte er sie in ein kleines, beinahe winziges Besprechungszimmer, das fast vollständig von einem langen hässlichen Plastiktisch ausgefüllt war, und fragte sie, ob sie lieber Kaffee oder Tee haben wollten.

Alexander, der schon so etwas Ähnliches geahnt hatte, rief sofort: „Kaffee bitte!“ Und auch die anderen folgten seinem Beispiel. Zum Kaffee gab es Krapfen und Kuchen. Überall verstreut lagen Brösel von Schokolade und Keksen herum. Es sah eigentlich eher nach wüstem Kaffeekränzchen als nach einem ehrwürdigen Universitätsinstitut aus. In einem Regal stand eine Kiste Sekt. Bei einer Flasche Sekt fehlte sogar das Silberpapier, das den Korken verdeckte, so als hätte man die Flasche im letzten Moment doch nicht geöffnet.

Stefi runzelte die Stirne und fragte Peter, ob das etwa „die Mitte der Sache“ wäre. Der grinste nur und meinte, das treffe in gewisser Weise zu. Denn durch Reden entstünden neue Ideen. Und neue Ideen seien das Wichtigste. Alles andere sei „nur“ Handwerk, so wichtig das auch wäre.

„Und der Sekt?“, fragte Stefi, die auf die Flaschen schielte.

„Den trinken wir, wenn das Manuskript unserer neuesten Arbeit veröffentlicht wird!“, lachte Peter, „das muss dann gefeiert werden!“

Professor Lockner schaute auch herein, und erkannte Alexander sofort wieder. Er winkte seinen Gästen zu und setzte sich dann ebenfalls, um einen Krapfen zu verspeisen. Diesmal hatte er eine verschmudgelte, ziemlich dicke Weste an.

Im Hintergrund klingelte ständig das Telefon. Man konnte Lockners Sekretärin hören, wie sie mit einigem Fingerspitzengefühl und Geschick die Anrufer, die anscheinend alle Lockner kurz sprechen wollten, abwimmelte. Dabei sagte sie keine Unwahrheit und log nur fast. „Professor Lockner ist momentan nicht in seinem Zimmer, aber er ist noch im Haus und kommt bald“, hörte man sie in den Hörer flöten. Völlig unberührt und langsam kaute Lockner unterdessen an seinem Krapfen, als genieße er die Situation.

Dann wandte er sich mit bedauernswerter Miene zu Alexander und seinen Freunden: „Ich kann überhaupt keinen Gedanken mehr fassen, ohne dass nicht irgendein wichtiger Anruf hereinkommt. Da setz’ ich mich dann in ein Labor zu einem Mitarbeiter und lass die Anrufe einfach Anrufe sein. Die Physik geht vor! Und“, fügte er noch hinzu, „Spaß muss es auch machen!“ An Peter gerichtet, fragte er: „Was zeigst du ihnen heute? Den *Polarisationsfiltertrick*?“ Peter bejahte und erklärte, er habe bereits eine optische Bank vorbereitet. „Eine „optische Bank“, das klingt ja beinahe so wie eine Streckbank, wie ein mittelalterliches Folterinstrument!“, entfuhr es Alex2, der bei diesen Worten tatsächlich etwas nervös geworden war.

Peter und Lockner lachten, als sie das hörten. Lockner stand auf: „Kommt, ich begleite euch. Damit euch Peter nicht zu sehr martert!“

Alexander und seine Freunde waren den Kaffee nicht gewohnt, und so blieb dessen Wirkung nicht aus. Sie sprangen auf und rannten wie der Wirbelwind Lockner nach, der behäbig den Gang bis zu einem kleinen Zimmer abschritt, in dem sich ein riesiger Stahltisch auf wuchtigen Säulen befand. Peter war zurückgeblieben und hatte noch einen Artikel in einer Fachzeitschrift gefunden, den er dringend lesen wollte.

„Verehrtester Nachwuchs“, erhob Lockner seine Stimme, und die vier Freunde standen artig im Kreis und hingen an seinen Lippen. „Heute will ich euch mit ein paar kleinen Experimenten vorführen, was für ein Wunder der Natur das Licht ist, und meine Assistent Peter wird mir dabei helfen.“

Sicher wisst ihr schon eine Menge über das Licht, denn es ist ja von großer Bedeutung für uns Menschen.

„Na klar, Licht strahlt, das weiß doch jeder, sagte Alexander, es kann sogar durch Glas oder Wasser durchgehen, weil die durchsichtig sind, aber nicht durch Metall oder Holz.“

„Und das meiste Licht kommt von der Sonne zu uns, aber wir können uns mit elektrischen Lampen auch selber Licht machen, das weiß auch jeder“, fügte Alex2 hinzu.

„Ohne Licht könnten wir nichts sehen, es wäre stockdunkel um uns herum, das fände ich schrecklich“, fiel Jakob ein.

„Ja, und wir könnten gar nicht leben ohne Sonnenlicht, auch die Pflanzen und Tiere würden nicht wachsen!“ rief Stefi.

Nun meldete sich wieder Alex2 zu Wort, der immer einen Hang um Medizinischen hatte, weil seine Eltern Ärzte waren: „Aber zu viel Sonnenlicht kann auch gefährlich sein. Man darf niemals direkt in die Sonne schauen, auch nicht mit einem geschwärzten Glas oder einer Sonnenbrille, weil die Strahlen der Sonne so stark sind, dass sie die Netzhaut unserer Augen schädigen und uns sogar blind machen können. Und man darf auch nie zu lange in der starken Sonne bleiben, und wenn, dann nur mit einer Schutzcreme, weil sonst unsere Haut verbrennt und das zu schweren Krankheiten führen kann.“

„Und ich weiß“, warf nun Stefi ein, „dass sich Licht auf einer geraden Linie im leeren Raum immer mit der gleichen Geschwindigkeit ausbreitet, 300.000 Kilometer in der Sekunde. So schnell läuft sonst überhaupt nichts. Trotzdem braucht das Licht noch mehr als 8 Minuten, bis es von der Sonne her zu uns auf die Erde kommt. Aber ich weiß immer noch nicht, was Licht eigentlich ist und

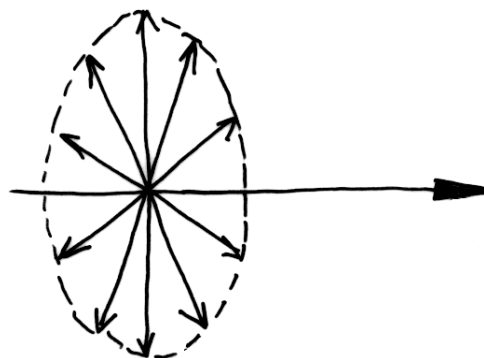
wie es funktioniert. Wissen Sie das vielleicht?“

Lockner schien so richtig in seinem Element zu sein. Er nickte bedächtig und sorgsam und sagte dabei: „Ja, was ist Licht? Wie ist es beschaffen? Eine gute Frage, ihr könnt euch vorstellen, dass sich das schon viele Menschen gefragt haben und unterschiedliche Antworten fanden. Ein ganzer Zweig der Physik beschäftigt sich mit der Natur des Lichtes, wir nennen ihn Optik.

Im 17. Jahrhundert meinte der große englische Wissenschaftler Isaac Newton, ein Licht bestehe aus Teilchen. Er stritt sich heftig mit seinem holländischen Kollegen Christian Huygens, der dagegen glaubte, Licht breite sich pulsartig in Wellen im Raum aus. Heute wissen wir, dass an beidem etwas dran ist. Licht breitet sich wie eine Welle aus, verhält sich aber auch so, als sei es aus Teilchen zusammengesetzt. Diese Teilchen nennen wir Photonen.

Im 19. Jahrhundert war man dann allgemein zu der Überzeugung gelangt, dass sich Licht in Form von Wellen fortpflanzt. Aber wie genau? Danach forschte der britische Wissenschaftler James Clerk Maxwell fast zwanzig Jahre lang, bis er um 1870 die genaue Wellenstruktur entschlüsselte.

Und er fand, dass Licht aus schwingenden Wellen von elektrischen und magnetischen Kraftfeldern besteht und betrachtete Licht als eine elektromagnetische Strahlung, die für unser Auge sichtbar ist. Er war aber schon damals überzeugt, dass es auch für uns unsichtbare Strahlungen geben müsse, womit er Recht behielt. Diese Wellen, so stellte er bei seinen Experimenten fest, schwingen senkrecht zur Ausbreitung des Lichtes, also zu seiner Strahlrichtung. So in etwa.... Strick ging zur Tafel und zeichnete einen Lichtstrahl; und senkrecht darauf die Schwingungsebene des Lichtes



„Das mit den verschiedenen Richtungen, in die das Licht schwingt, kann ich mir noch schwer vorstellen, aber na gut, das ist eben so bei elektromagnetischen Wellen wie dem Licht“, kommentierte Stefi.

„Ja, da gebe ich dir Recht, deshalb haben wir auch solche Probleme, das

Phänomen Licht richtig zu verstehen“, pflichtete ihr Lockner bei.

„Und nun zeige ich euch ein sehr interessantes Experiment, das uns eine Menge über die Eigenschaften des Licht verrät, vor allem, dass es sich wellenförmig ausbreitet. Ich nenne ihn den Polarisationsfiltertrick. Das Wort Polarisation kommt von dem lateinischen Wort *polaris*, das heißt Polarstern, früher richtete man sich vielfach nach diesem Stern, deshalb verwendet man es in der Physik, wenn man etwas in eine bestimmte Richtung lenkt oder ausrichtet. Und ihr habt sicher schon längst erraten, was ich euch mit diesem Experiment zeigen will: Man kann Licht zum Beispiel zwingen, nur in eine ganz bestimmte Richtung zu schwingen, das heißt man polarisiert es linear. Und dazu setzen wir hier sogenannte Polarisationsfilter ein. Die nehmen nur Licht einer ganz bestimmten Polarisationsrichtung auf und schlucken Licht in der darauf senkrechten Polarisationsrichtung.

Er trat jetzt an den Tisch heran, und forderte sie auf, sich um ihn herum zustellen.

„Das ist eine optische Bank!“, sagte Lockner und deutete auf den Stahltisch. Der Tisch war mit unzähligen, regelmäßig angeordneten Löchern versehen. „Der Tisch ist deshalb so schwer, damit er möglichst wenig mit dem Gebäude und dem Fußboden mitschwingt. Darauf machen wir alle möglichen Präzisionsexperimente. Eines haben wir gerade abgebaut, darum ist er momentan frei.“

„Für neue Ideen!“, rief Stefi.

„Ja, genau, für neue Ideen!“, meinte Lockner und sah Stefi wohlwollend-
anerkennend an. Er schaute sich um und ergriff eine längliche dreieckige Schiene, die mit anderen Dingen in einer Schachtel neben dem Tisch lag. An ihrer Unterseite waren einige lange Steher angebracht, die er in die Löcher des Tisches steckte. Er vergewisserte sich, dass die Schiene gut befestigt war und rüttelte daran. Dann nahm er noch einige Bauteile aus der Schachtel und steckte sie auf die Schiene. Dabei erklärte er: „Also das ist ein Schirm, auf den das Licht gelenkt wird. Und hier ist auch eine Lichtquelle, diese längliche Lampe hier, ... so, und hier, das sind zwei sogenannte Polarisationsfilter, die ich zwischen der Lichtquelle und dem Schirm befestige, so....“

Lockner hatte tatsächlich zwei dunkle, von einem beweglichen Metallring eingefasste Glasscheiben auf die Schiene genau in den Lichtstrahl gesteckt, der vom Schirm aufgefangen wurde. Wenn er an einer dieser Scheiben drehte, dann wurde es dunkler oder heller. Manchmal verschwand das Bild am Schirm gänzlich. Lockner sagte: „Polarisationfilter sind Glas- oder Kunststoffscheiben mit der besonderen Eigenschaft, dass sie nur Licht in einer Schwingungsebene durchlassen. Das kommt daher, dass sie aus vielen sehr langen Molekülen aufgebaut sind, die alle in eine Richtung ausgerichtet sind. In dieser Richtung schwingen sie mit dem durchgehenden Licht. In der darauf senkrechten Richtung

können sie nicht mitschwingen, und deshalb wird dieses Licht verschluckt. Manche Sonnenbrillen bestehen auch aus Polarisationsfiltern. Die könnte man zu diesem Versuch auch verwenden.

Stellen wir uns jetzt vor, was ich eben gesagt habe, nämlich dass das Licht eine Art Welle ist, und dass diese Welle schwingt, und zwar, in einer Ebene, die senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des Lichtes ist. Polarisationsfilter lassen nur Licht durch, das in einer bestimmten Richtung schwingt. Das in der anderen Richtung schwingende Licht bleibt im Filter stecken. Man sagt auch, es wird „absorbiert“. Tatsächlich wird es vernichtet, wobei sich der Filter leicht erwärmt. Wie ist das möglich? Nun, der Polarisationsfilter besteht aus länglichen Molekülen, die nur in einer Ebene schwingungsfähig sind, in der anderen Ebene nicht.

Nun stellen wir zwei Polarisationsfilter hintereinander so auf, dass der erste Filter das Licht nur in einer Richtung durchlässt und der andere Filter nur das Licht in der Richtung senkrecht darauf durchlässt. Da ist aber kein Licht mehr, denn das wurde schon vom ersten Filter „verschluckt“. Schaut man also durch beide Filter durch, sieht man nur schwarz.

Und jetzt kommt der Trick: Ich nehme einen dritten Polarisationsfilter der gleichen Bauart wie die anderen zwei.“

„Wozu benötigst du den dritten Polarisationsfilter?“, wollte jetzt Alex2 wissen. Lockner steckte den dritten Polarisationsfilter zwischen die beiden anderen Polarisationsfilter und sagte: „Geduld, ich habe ja noch nicht die ganze Geschichte erzählt! Mit dem dritten Filter kann ich eine Art Zauberkunststück machen. Und zwar folgendermassen. Ich schiebe den dritten Filter zwischen die zwei anderen Filter, so...Was passiert?“

Stefi rief: „Es wird wieder hell!“

„Richtig, ein wenig Licht passiert nun wieder die drei Filter“, meinte Lockner zufrieden, „und wenn man durch die drei Filter hindurchschaut, bleibt dann das Bild schwarz? Nein! Das Bild hellt sich auf, man kann wieder hindurchsehen! Aus schwarz wird durch die Hinzugabe eines weiteren dunklen Filters grau! Ist das nicht cool?“

Alexander überlegte, ob er das cool nennen sollte. Alex2 meinte nur: „Na ja“, geht so“. Nur Stefi gab Lockner recht: „Ja, das ist cool, es war dunkel und ich geb’ noch einen Filter dazu und dann wird’s wieder hell anstatt noch dunkler zu werden. Das ist merkwürdig!“

„Genau“, pflichtete ihr Lockner bei. „Mit Licht passieren manchmal völlig unerwartete Dinge. Dann wird zum Beispiel ein abgedunkelter Strahl wieder hell, wenn man noch einen Filter hinzufügt. Aber wie entsteht diese wundersame

Lichtvermehrung bloß?

Vielleicht reicht es fürs erste, wenn wir darüber erstaunt sind und wenn wir darüber nachdenken, warum das so sein könnte. Und mit Kollegen Strick sprechen“, damit wandte er sich Alexander zu, „der sagt doch immer: das Erstaunen ist das Wichtigste. Ohne Erstaunen keine Wissenschaft! Wie bei einem spannenden Krimi oder einer Denksportaufgabe: Wer ist der Dieb?“

„Staunen allein reicht mir aber nicht“, protestierte jetzt Stefi, „ich will den Dingen auf den Grund gehen, ich will wissen, warum sich das Licht jetzt so verhält und nicht anders. Ich bin doch nicht mehr im Kindergarten!“

„Wir auch nicht“, tönten die drei anderen im Chor.

Lockner schwieg verdutzt. Nachdem er ein paar Minuten an den Filtern hin- und hergedreht hatte, fuhr er mit seinen Erklärungen fort:

„Jeder Messprozess verändert das Licht, und wenn Licht auf einen Polarisationsfilter fällt, wird es in gewisser Weise gemessen. Es ändert sich dabei so, dass seine neue Schwingungsrichtung der Richtung des Polarisationsfilters entspricht. Das heißt, jeder Lichtstrahl wird beim Durchqueren eines solchen Filters polarisiert, ausgerichtet, präpariert, eingestellt, auf eine Richtung festgelegt. Trifft der Lichtstrahl auf seinen späteren Weg auf einen anderen Filter, so geht von ihm mehr oder weniger hindurch. Das hängt ganz davon ab, wie die Ausrichtungen der beiden Filter zueinander orientiert sind, das heißt in welchem Winkel sie zueinander stehen. Im Experiment mit den drei Polarisationsfiltern ist es nun so:

- Der erste Filter bewirkt, dass das Licht zum Beispiel waagrecht polarisiert ist: ==
- Nehmen wir einmal an, dass die Richtung des zweiten Filters schräg, also nicht senkrecht auf die Richtung des ersten steht: //
- Die Richtung des dritten Filters läuft senkrecht zur Richtung des ersten Filters, also senkrecht: || .

Wir sagen nun: Nachdem das Licht durch den ersten Filter gedungen ist, wird der Anteil, welcher richtungsgleich mit dem zweiten Filter ist, durch den zweiten Filter gelassen. Dieser Anteil verschwindet nur, wenn beide Filter senkrecht zueinander stehen, was wir hier nicht annehmen! Und genauso für den nachfolgenden dritten Filter: Nach dem zweiten Filter wird der Anteil, welcher richtungsgleich mit dem dritten Filter ist, auch durch den dritten Filter gelassen. Deshalb kommt nach dem dritten Filter noch Licht heraus.

Andererseits: entfernen wir den zweiten ‘schrägen’ Filter, dann dringt kein Licht

durch, weil die beiden verbleibenden Filter ja aufeinander senkrecht stehen. Wem diese Erklärung zu verwirrend klingt, der soll noch darüber nachgrübeln.“

In diesem Moment kam Peter mit zwei Leuten herein, einem Mann und einer Frau. Der Mann trug eine Kamera und begann unaufgefordert und ohne zu fragen sofort herumzuphotographieren. Besonders angetan schien er von Lockner zu sein, wie er den Kindern gerade das Experiment erklärte. Einige Wochen später sollte dann auch tatsächlich eines dieser Bilder von einer der größten Tageszeitungen des Landes abgedruckt werden. Die Bildunterschrift lautete *Professor Lockner erklärt einigen Nachwuchsforschern die Welt*.

Peter sagte: „Die Damen und Herren sind vom Fernsehen. Sie haben heute einen Termin mit ihnen ausgemacht, glaube ich“.

Lockner zuckte mit einem gottergebenen Gesichtsausdruck die Achseln, so als hätte es keinen Sinn, gegen die Naturgewalten anzukämpfen, und verließ mit ein paar bedauernden Worten das Zimmer. Alexander erschien es trotzdem so, dass es Lockner sichtlich genoss, so begehrt zu sein.

Jetzt setzte sich Peter zu ihnen auf einen Hocker und fragte, was sie bis jetzt gesehen hätten.

„Den Polarisationsfiltertrick“, antwortete Alexander und deutete auf den Versuchsaufbau.

„Ach den, der ist beeindruckend, findet ihr nicht?“, meinte Peter

„Ja schon, aber ziemlich knifflig, bis man dahinter kommt“, sagte Jakob, de man anmerkte, dass ihm das Rätsel noch immer zu schaffen machte.

Peter schien mit dieser Erklärung zufrieden zu sein und wechselte das Thema.

„Das Licht ist überhaupt etwas Tolles. Schauen wir uns einmal an, was wir mit Licht alles machen können. Mit Licht kann man zum Beispiel Feuer erzeugen, oder zumindest Rauch.“ Während er sprach deutete er zum Fenster hinaus, durch das man einen blitzblauen Frühlingshimmel sehen konnte. „An einem klaren Sonnentag können wir eine Lupe nehmen und das Licht der Sonne mit Hilfe der Lupe auf ein Stück Papier bündeln. Bald wird das Papier zu rauchen anfangen oder sogar brennen.

Wir können einen Spiegel nehmen und können damit Licht reflektieren. Damit können wir den Lichtstrahl an einer gegenüberliegenden Hauswand „tanzen“ lassen. Licht kann man mehrmals umlenken. Dazu braucht man natürlich mehrere Spiegel. Und man kann das Sonnenlicht oder das Licht einer Lampe auch zerlegen in die Farben des Regenbogens!“

Peter stand auf und betätigte einen Schalter. Dicke schwarze Rolläden schoben sich nun über die Fenster und dunkelten den Raum vollständig ab. Dieser wurde nun nur noch von der kleinen Laborleuchte auf der optischen Bank beleuchtet.

Peter entfernte die Polarisationsfilter und schob stattdessen ein großes Stück Glas, welches auf der einen Seite dreieckig war, zwischen Lampe und Schirm. Mit einem Mal sah man auf diesem Schirm statt eines weißlichen Lichtflecks farbige Bänder aufleuchten: Die Farben reichten von rot über orange und gelb bis grün, blau und violett. Die klaren Farben sahen sehr schön aus.

Peter erklärte: „Das ist ein sogenanntes Prisma. Ein Prisma ist ein Stück poliertes Glas, das von einer Seite aus betrachtet wie ein Dreieck aussieht.

Einer der ersten Menschen, der das Sonnenlicht so betrachtet hat, war Isaac Newton vor etwa dreihundert Jahren. Er muss fasziniert darüber gewesen sein, was er sah: Auf dem weißen Schirm zeichnete sich ein ununterbrochenes Band von Farben ab, von Rot nach Gelb, Grün, Blau bis Violett, genau wie beim Regenbogen! Man sagt heute: Das Sonnenlicht wird zerlegt in seine Spektralfarben. Und es ist auch genauso wie beim Regenbogen, denn dort wird das Licht ebenfalls in seine Spektralfarben zerlegt. Statt eines Dreiecks hat man dort aber kleine Wasserkügelchen, die das bewirken.

Man kann aber noch mehr machen: Mit Hilfe eines zweiten Prismas kann man die Farben wieder zusammenführen und erhält dann den Sonnenstrahl zurück.“

Und tatsächlich: als Peter ein zweites Prisma in die Strahlrichtung schob, erhielt er wieder den ursprünglichen, weißen Lichtfleck zurück. Er fuhr fort: „Schiebt man hingegen einen Schirm mit einem schmalen Schlitz in der Mitte zwischen die beiden Prismen und lässt nur mehr eine Farbe durch, so erhält man nicht den weißen Sonnenstrahl, sondern einen Strahl zusammengesetzt aus den Farben, welche man durchgelassen hat.“ Genau das passierte! Die drei Freunde starrten gespannt auf die Farben, die erschienen, sobald Peter einen Schlitz zwischen die beiden Prismen hielt.

Peter fuhr fort: „Das Sonnenlicht besteht also aus den Spektralfarben, die man wie eine Welle zerlegen kann.“

„Und wie ist das beim Laser?“, wollte jetzt Alex2 wissen.

Peter antwortete nach einer kleinen Nachdenkpause: „Diese Lichtteilchen gehorchen einem eigenartigen Gesetz: je mehr von ihnen sich in einem bestimmten Zustand befinden, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass noch mehr derselben Art hinzukommen. Ein Laser ist nichts anderes als eine Schachtel mit vielen solcher Lichtteilchen, die sich alle in demselben Zustand befinden. Innen ist die Schachtel verspiegelt, damit das Licht hin- und herreflektiert und nicht verschluckt wird. Auf der einen Seite der Schachtel befindet sich ein kleines Loch oder der Spiegel dort lässt das Licht etwas durch. Dann entkommen einige solcher Lichtteilchen als Laserlicht. Die Schachtel wird aber nie geleert, weil darin ständig neue Lichtteilchen erzeugt werden. Dafür braucht man natürlich Energie,

die dem Laser von Außen zugeführt werden muss; genauso wie bei einer Glühbirne. Die Lichtteilchen werden dabei im Laser selbst erzeugt. Aber das Licht aus einem Laser ist ganz anders beschaffen. Alle Lichtteilchen sind in demselben Zustand, und deshalb hat das Licht nur eine Farbe. Sein Spektrum ist annähernd eine einzige Linie.“

Peter wandte sich jetzt wieder der optischen Bank zu und meinte: „Das Licht ist eine Welle, andererseits erscheint es uns auch als Teilchen. Wenn wir ganz genau auf den Schirm schauen würden, könnten wir erkennen, dass das Bild am Schirm eigentlich aus kleinen Punkten besteht, die von Lichtteilchen, die auch Photonen genannt werden, herrühren.

Einmal erscheint uns das Licht wie eine Welle und ein anderes Mal als Teilchen. Ich zeige euch jetzt diesen eigenartigen Doppelcharakter von Welle und Teilchen an einem Experiment, dem sogenannten *Doppelspalt-Versuch*. Denn was ist nun Licht wirklich - Teilchen oder Welle? In gewisser Weise ist es beides, je nachdem, wie man es betrachtet. Das führt Gott sei Dank zu keinem Widerspruch, denn wir wissen in den meisten Fällen, wann wir für Licht das Wellenbild und wann wir das Teilchenbild annehmen müssen.“

Peter hatte die beiden Prismen wieder entfernt und schob nun zwischen Lampe und Schirm ein Stück Metall, in dessen Mitte zwei dünne Schlitze ausgeschnitten waren. Er meinte: „Das ist ein sogenannter Doppelspalt. Was sieht man hinter dem Doppelspalt? Ein Muster von dunklen und hellen Stellen in rascher Abfolge. So, als wäre Licht eine Welle, die durch den Doppelspalt gebrochen wird. Wie eine Wasserwelle, die durch zwei Öffnungen durchgeht. Man nennt das auch *Interferenz*, was so viel heißt wie Überlagerung, Überschneidung. Daraus können wir die Einsicht gewinnen, dass sich das Licht am Doppelspalt wie eine Welle verhält! Stellen wir uns vor, wir nehmen dieses Muster mit einer Kamera auf.

Nun schließen wir einen Spalt des Doppelspalts und beobachten den Schirm. Das Muster verschwindet! Wir beobachten eine nach außen hin gleichförmig abnehmende Leuchtkraft vom Bild des offenen Spaltes! Dieses Bild können wir ebenfalls aufnehmen. Dann öffnen wir den einen Spalt wieder und verschließen den anderen Spalt. Wir beobachten wieder eine gleichförmig abnehmende Leuchtkraft vom Bild des offenen Spaltes! Dieses Bild nehmen wir nun ebenfalls auf.

Nun ergänzen wir die beiden Bilder mit jeweils einem geschlossenen Spalt zu einem gemeinsamen Bild. Überall dort, wo an einem der beiden Bilder ein heller Fleck ist, machen wir wieder einen Fleck.

Ist das sich ergebende Muster wieder gleich dem allerersten Bild, das entstand, als beide Spalte geöffnet waren? Nein! In einem Fall sehen wir zwei „Batzen Licht“, im anderen Fall eine Aufeinanderfolge von hellen und dunklen Stellen. Das

ursprüngliche Bild kann man also nicht erhalten, indem man die Teilstrahlen, die durch die beiden Spalte einzeln gehen, zusammenführt.

Andererseits kann man aber zeigen, dass jedes der Bilder dadurch entsteht, dass viele kleine Lichtteilchen ein Ganzes bilden. Das entsprechende Experiment ist etwas zu kompliziert, um es hier aufzubauen. Jeder Lichtpunkt entsteht dadurch, dass es einmal „klickt“. In diesem Sinn besteht Licht also aus Teilchen.

Wir können das Licht so „verdünnen“, die Leuchtkraft so abschwächen, dass sich jeweils nur mehr ein Lichtteilchen, ein Photon, in unserer Versuchsanordnung, insbesondere am Doppelspalt, befindet. Was sehen wir dann?

Wir sehen dann vereinzelte Klicks am Schirm. Hier und da leuchtet ein Lichtpünktchen, auf, wenn es gemessen wird. Da ist ein Photon auf den Schirm getroffen. Jedes mal nehmen wir ein Bild auf, und jedes Bild besteht nur aus einem einzigen kleinen Lichtfleck. Und nun ergänzen wir alle diese Bilder zu einem gemeinsamen Bild wie wir es schon gemacht haben. Wie sieht nun dieses gemeinsame Bild aus? Wie das Bild, welches mit den geschlossenen Spalten entstanden ist, oder wie dasjenige mit beiden Spalte offen?

Nun, es sieht so aus, als ob Licht eine Welle wäre, mit beiden Spalte offen! Heißt das, dass sich auch einzelne Lichtteilchen wie Wellen verhalten? Und passiert dann ein einziges Teilchen beide Spalten gleichzeitig und interferiert es als Welle mit sich selbst? Heißt das, es kann sich selbst überlagern? Ist das nicht interessant?“

„Über diese Fragen haben sich schon viele berühmte Leute den Kopf zerbrochen, zum Beispiel Professor Richard Feynman, ein berühmter amerikanischer Physiker, von dem Herr Strick mir ein Buch gegeben hat. Darin erzählt er auch von dem Experiment von dem Doppelspalt, das uns eben Peter gezeigt. Und es beweist, dass sich Licht manchmal wie eine Welle verhält, manchmal so, als bestünde es aus Teilchen“, sagte Alexander lässig und schaute in die Runde. „Das ist so in der Welt der Quanten!“

Seine drei Freunde schauten ihn mit offenem Mündern an, während er fortfuhr:

„Lichtteilchen oder Lichtquanten bewegen sich ganz anders als die großen Dinge in der normalen Welt, wie ein Ball zum Beispiel oder eine Gewehrkugel. Sie kommen uns so seltsam vor, weil sie so verschiedenen verhalten, als die Gegenstände, die wir aus unserem Alltag kennen. Sie haben ihre ganz eigenen Bewegungsgesetze, die in der Quantenmechanik zusammengefasst sind. Und ein wichtiges Merkmal ist, dass sie sich sowohl wie Wellen als auch wie Teilchen benehmen. Beide Seiten sind ein Teil von ihnen, es kommt darauf an, von welcher Seite man sie man betrachtet....“

„Oh, Alexander, das hast du aber schön gesagt, man merkt, bei wem du in die Lehre gegangen bist“, rief Peter erstaunt und klopfte ihm auf Schulter.

Alexander wurde rot. Die anderen drei schauten ihn etwas neidisch und zweifelnd von der Seite an, so als wollten sie sagen: Spiel hier bloß nicht Streber!

Peter ließ schnell die Rolläden hoch, sodass das grelle Frühlingslicht hineinflutete und beinahe in den Augen wehtat. Darauf ging er zur Tafel und malte ein Bild darauf mit der Überschrift: Licht steckt voller Wunder. „Ich muß euch unbedingt noch von einem ganz hochinteressantem Lichtexperiment erzählen. Wir können nämlich auch etwas erfahren, ohne Licht darauf zu scheinen! (Satz unklar??)....

Weiter kam er aber nicht, denn Alex², der in der letzten viertel Stunde immer unruhiger geworden war, sah nun auf seine Uhr und fiel ihm ins Wort: „Ich muss jetzt nach Hause gehen. Meine Mutter wartet schon.“ Das war zwar nicht ganz richtig, aber auch Alexander, Stefi und Jakob war es etwas zu viel geworden. Schnell bedankten sie sich bei Peter, der nun etwas unschlüssig und hilflos vor der Tafel stand, die Kreide in der Hand haltend Aber ehe er etwas erwidern konnte, waren die vier verschwunden. Unübertroffen von jeglichem noch so reizvollen Lichtexeriment im Labor strahlte draußen das natürliche Licht der Frühlingssonne. Oh, tat das gut! Alexander freute sich aufs Fußballspielen im Augarten und rannte so schnell er konnte!

Als er abends todmüde im Bett lag, dachte er wieder an all die wundersamen Dinge, die er über das Verhalten von Licht, die er am Nachmittag gehört und gesehen hatte. Licht hatte scheinbar sehr viele Seiten, von denen er erst einen kleinen Teil kannte. Es hatte im freien Raum immer und überall dieselbe Geschwindigkeit. Man konnte damit Uhren und medizinische Instrumente konstruieren. Weißes Licht konnte man in Regenbogenfarben zerlegen und wieder zu weißem Licht zusammensetzen. Man konnte es in bestimmte Richtungen polarisieren, und Strahlen abblocken, löschen und filtern. Einmal trat es als Teilchen, ein anderes Mal als Welle auf. Und ihm wäre sicher noch viel mehr eingefallen, hätte ihn nicht der unerbittliche Schlaf geholt.

Kapitel 15

Denksportaufgaben

Für weitere Exkursionen zu den physikalischen Instituten hatten sich die drei Freunde einen verregneten Frühlingsnachmittag ausgesucht. Sie hatten bei Strick angerufen, sodass der sie schon erwartete, als sie sein Zimmer betraten. Er schüttelte allen fest die Hand, deutete auf die bereits frei geräumten Sofas, die von Papierstapeln umgeben waren, und begrüßte sie mit den Worten: „Na, ich hoffe, die Leute von Lockner haben euch nicht abgeschreckt?“

Offensichtlich hatte er von ihrem etwas übereilten Abgang erfahren.

„Ein bisschen schon“, meinte Alexander, „es war alles ziemlich kompliziert, hat aber trotzdem Spaß gemacht.....“

„Nö, ich fand's fad“, unterbrach ihn Alex² und bekam dafür einen Knuff in die Seite, dass er verstummte.

Strick richtete sich plötzlich auf, machte ein ernstes Gesicht und sagte nach einigem Überlegen mit getragener Stimme: *„Die Naturgesetze enthüllen verborgene Zusammenhänge. Sie sind nützlich, anwendbar und jederzeit testbar. Unsere gesamte Zivilisation ist darauf begründet.“*

Eingeschüchtert saßen die drei auf dem Sofa und sahen ihn mit großen Augen an. Gott sei Dank, Strick entspannte sich bald und hatte nun wieder seine gewohnte Stimme. „Also, was ich euch damit sagen sollte, die Physik besteht aus Denksportaufgaben. Aus lauter kleinen oder großen Denksportaufgaben! Ihr habt ein paar solcher Denksportaufgaben beim Kollegen Lockner gesehen.“

„Aus was bitte, aus Denksportaufgaben?“, entfuhr es Stefi.

„Ja, in gewisser Weise ist alles, was wir in der Physik tun, ein großes Detektivspiel mit ungewissem Ausgang. Tief verborgen von den Erscheinungen schlummern geheime Zusammenhänge. Diese Zusammenhänge nennen wir die Naturgesetze. Und wir versuchen, sie zu finden. Wir erraten sie und testen sie und andere wenden sie dann zu unserem Nutzen an. Die ganze technische Entwicklung basiert darauf. Eine Art Rätselralley. Nur weiß niemand, ob es überhaupt so etwas gibt wie ein Ziel, ein endgültiges, vollständiges Wissen über den Aufbau dieser Welt. Wie ein wilder Motorradfahrer auf seiner Maschine: Er weiß zwar nicht, wohin er fährt, dafür ist er aber früher dort!“ Strick kicherte und schlug sich auf die Schenkel.

„Sehr witzig“, entgegnete Stefi etwas verkniffen.

„Ja und nein, denn dieses Bild, Stefi, beschreibt genau unsere menschliche Lage, dass wir immer wieder geheime Gesetze der Natur aufdecken und hinter jedem Geheimnis befindet sich wieder ein Geheimnis und immer so weiter, bis ins Unendliche

Es hatte draußen zu schütten begonnen. Strick hatte sich vom Sessel erhoben, um das Fenster zu schließen. Dann fuhr er fort: „Der französische Philosoph René Descartes hat einmal ein kleines Buch über den richtigen Vernunftgebrauch geschrieben. Darin steht: Wenn man vor einem großen Rätsel oder vor einer großen Aufgabe steht, die man nicht auf einmal lösen kann, dann sollte man diese Aufgabe zerlegen in kleine Teilaufgaben, die man lösen kann. Damit wird das große Problem lösbar! Und diese kleinen Teilprobleme sind eben die Denksportaufgaben, wie sie mein geschätzter Freund Krenn zu nennen pflegt! Ob das Ganze dann jemals wieder zusammengefügt werden kann, wenn man alle Teilaufgaben gelöst hat, ist allerdings eine ganz andere Sache!

Aber eines ist ziemlich klar: Wir haben es schon recht weit gebracht, wenn man bedenkt, dass wir erst seit ungefähr dreihundert Jahren dieses Programm verfolgen. Wir haben die elektrischen Kräfte für uns nutzbar gemacht, wir blicken in die winzigsten Bereiche und auch in die Weiten des Universums. Wir fliegen in wenigen Tagen um den Erdball, wir haben atomare Feuer entfacht und gleichzeitig gewaltige Kräfte freigesetzt. Wir sind mächtiger geworden als jemals zuvor in der bekannten Geschichte! Im Winter brauchen wir nicht mehr zu frieren und in der Nacht ist es nicht mehr nur finster. Wir unterhalten uns mit Menschen rund um den Erdball, und viele Krankheiten haben ihren Schrecken verloren. Das alles haben wir geschafft, indem wir Denksportaufgaben gelöst haben!“

„Und wie unterscheidet sich die Wissenschaft von Magie und Zauber? Sind Medizinmänner nicht auch mächtig?“, wollte Stefi wissen.

„Magie, Zauber und Medizinmänner bleiben uns eines schuldig: die Garantie, dass ihre Methoden auch beinahe immer funktionieren. Die Wiederholbarkeit der Erscheinungen! Jedesmal, Stefi, wenn du den Lichtschalter einschaltest und es wird hell, dann hast du unsere Theorie der Elektrizität getestet. Und jedesmal, wenn du mit dem Flugzeug ans Meer fliegst, dann bewahrheitet sich die Aerodynamik, die Lehre von der Bewegung der Luft. Das ist nicht selbstverständlich, so etwas könnte auch schief gehen, wenn es nicht stimmt! Wir sind es, die fliegen können, nicht die Hexen und Medizinmänner! Und unsere Städte sind in der Nacht hell erleuchtet! Und wenn du eine Mittelohrentzündung hast, liebe Stefi, dann schluckst du fünfmal einen Löffel unserer Medizin und bist danach geheilt! Das war's dann. Oder glaubst du, du könntest einen Blinddarm durch Voodoo-Zauber besänftigen?“

Stefi schüttelte den Kopf, aber es war ihr anzumerken, dass sie Strick nicht ganz traute.

„Also ich bin mehr für's Praktische“, meinte jetzt Alex2, „können wir nicht ein paar solcher Denksportaufgaben vorführen?“

„Ja, genau, aber solche, die krachen!“, pflichtete Alexander ihm bei, „kleine Explosionen, Blitz und Donner, Feuerzauber bitteschön!“

Strick musste lachen: „Nun, ich werde sehen, was sich machen lässt. Große Explosionen können wir aber den Zuschauern nicht zumuten. Die wären über so etwas auch nicht begeistert. Wir haben da eher an fallende Äpfel und an das Gravitationsgesetz gedacht oder sowas in der Richtung...“

„Super Versuch: zerschmetterte Äpfel - von wie hoch muss ich einen Apfel fallen lassen, dass er sich unten in Gatsch auflöst und zu Apfelmus wird?“, feixte nun Alex2.

Strick winkte nur ab: „Aber das eine oder andere Experiment mit überraschendem Ausgang kann Kollege Lockner sicherlich herbeizaubern. Ich persönlich kann euch da aber nur wenig helfen. Ich war beim Experimentieren immer eine Null!“

„Heißt das, deine Experimente sind immer misslungen?“, wollte Alexander wissen.

„Ja also wenn ihr mich nicht verrätet, dann muss ich euch gestehen, dass ich immer ein gesuchter Experimentator im Praktikum war. Man hat mich dort nämlich immer gesucht, aber kaum gefunden!“, Strick grinste: „Aber irgendwie hab’ ich das Studium doch geschafft, so oder so. Das war damals nicht so streng geregelt wie heute. Und meine Lehrer haben halt ein Auge zugedrückt. Ich habe eher immer gelesen.“

„Was denn?“, wollte Alex2 wissen.

„Meistens Science Fiction-Romane und Fußballbücher“, antwortete Strick.

„Hast du damals Fußball gespielt?“, wollte Alexander wissen. Sie suchten nämlich einen Trainer für ihre Klassenmannschaft, und für Strick wäre es ja nicht weit zur Schule.

„Nein, leider, gespielt hab’ ich überhaupt nicht. Nur gelesen!“, entgegnete Strick. Alexander schüttelte den Kopf. Wieso hatte er dann überhaupt Fußballromane gelesen?

Strick unterbrach die drei beim Kopfschütteln und Sinnieren: „Am besten bereitet ihr euch auf euren Vortrag vor, indem ihr das betont, was euch selbst am meisten Spaß macht. Es gibt da so ein paar Experimente, die wir nachher vorführen werden, die werden ohnehin immer gezeigt. Aber was mir viel wichtiger erscheint, das ist das, was ihr selber davon haltet, und auch, was ihr denkt, wie die Sache weitergehen soll!“

„Wie meinst du das: Wie die Sache weitergehen soll?“, wollte Stefi wissen.

„Na ja, was ihr wissen wollt. Welche Aufgaben noch zu lösen sind. Ihr seid die Jungen: Ihr werdet doch das alles einmal von uns übernehmen und es verbessern und weiterentwickeln oder vielleicht sogar unsere Denkweise ablehnen und etwas komplett Neues erfinden!“

„Mir ist alles recht, Hauptsache, es kracht!“, gab Alexander zu bedenken. Nach einer Weile sagte er beiläufig zu Strick gewandt: „Und dann hätte ich noch gerne die Aufgaben der letzten Schularbeiten, die unsere Klasse demnächst schreiben wird. Kannst du uns die bitte ausdrucken?“

Seine beiden Klassenkameraden starrten ihn völlig verständnislos an. Strick entfuhr es ärgerlich: „Ich hab’ dir doch gesagt, du sollst das...“, und biß sich auf die Lippen, als er bemerkte, wie Stefi und Alex2 ihn mit offenen Mündern angafften.

Kapitel 16

Zeitschleifen - eine ganz verrückte Geschichte

Stefi hatte die Bemerkung bald vergessen, aber Alex2 wollte alles genau wissen. Wann hatte Alexander den Zettel von Strick erhalten? Hatten die Beispielangaben

wirklich mit denen übereingestimmt, die sie dann lösen mussten? Wie konnte Strick das wissen?

Alexander kam die ganze Geschichte wie ein Traum vor. Das war doch unmöglich, man konnte nicht in die Zukunft reisen, und man konnte auch kein Wissen um zukünftige Ereignisse haben. Oder etwa doch? Wenn Strick nicht so verärgert reagiert hätte, als er ihn darauf angesprochen hatte, sondern ebenfalls verblüfft gewesen wäre, hätte Alexander alles als Hirngespinnst abgetan, als eine Art Tagtraum, als Einbildung. Trotzdem: Strick hatte sich aufgeregt, das bestätigte ihm auch Alex². Also wusste auch Strick von der Angelegenheit. Und außerdem war nicht wegzuleugnen, dass er die damalige Schularbeit brilliant gemeistert hatte. Er war zwar kein schlechter Schüler, aber es war doch recht ungewöhnlich gewesen, da er als einziger der Klasse keinen Fehler gemacht hatte, obwohl der Test ziemlich katastrophal ausgefallen war. Er hatte sogar nochmals wiederholt werden müssen!

Die beiden Alexander beschlossen daher, der Sache auf den Grund zu gehen. Alexander wusste ja, dass Stricks Zimmer einen direkten Zugang zur Bibliothek besaß. Deshalb schmiedeten sie einen Plan. Sie wollten sich in einer der kommenden Nächte in der Bibliothek einschließen lassen, um von dort aus in Stricks Zimmer zu gelangen. Dann würde es schon irgendwie weitergehen. Sie wollten sich ja nur einmal umsehen! Zu ihren Eltern sagten sie, sie würden beim jeweilig anderen übernachten.

Der besagte Tag war grau und wolkenverhangen. Sie betraten die Zentralbibliothek für Physik in Wien um vier Uhr abends. Es waren nur ganz wenige Leute darin, hauptsächlich Bibliothekare, die sich miteinander unterhielten oder an ihren Bildschirmen saßen. Niemand nahm von den beiden Notiz, als sie sich in einem dunklen Winkel des Zimmers verkrochen, das an Stricks Zimmer angrenzte. Sie packten ihre mitgebrachten Comicshefte aus und begannen darin zu lesen.

Nach einer Stunde hörten sie schleppende Schritte. Ein Mann rief: „Wir sperren zu. Ist noch jemand da?“

Sie kauerten sich noch kleiner zusammen und versteckten sich an der Stirnseite zweier dicker Bücherregale. Nach einer Weile ging das Licht aus. Von den großen Fenstern fiel ein matter Schein des verschleierte Mondes herein. Man konnte noch erstaunlich viel erkennen, da auch das Straßenlicht auf die Decke fiel.

Draußen wurde ein Schlüssel gedreht. Nun waren sie eingesperrt. Das war ja einfach gewesen! Sie warteten noch eine beklemmende Viertelstunde, in der sie ängstlich in die Buchgänge hineinlauchten, ob sich da noch etwas rührte. Vielleicht trieb hier der Geist eines verkannten oder verwunschenen Physikgenies sein Unwesen und musste strafweise die Rechnungen aller Journalartikel und Bücher nachrechnen? Das zumindest flüsterte Alex² in den Raum, aber ganz

wohl schien ihm dabei auch nicht zu sein, obwohl er versuchte zu kichern.

Nach einer Weile beruhigten sich die beiden Alexander etwas. Das war ein richtiges Abenteuer! Plötzlich bekamen sie Hunger. Sie nahmen ihre Käsebröte, die sie in die Bibliothek geschmuggelt hatten, und aßen sie gierig auf.

Danach tasteten sie sich in Richtung der Türe zu Stricks Zimmer. Auch dort schien alles ruhig zu sein. Kein Licht fiel durch den schmalen Türschlitz. Sie gaben sich einen Ruck, fassten die Türklinke und drückten sie nach unten. Die Tür war unversperrt, der Flügel gab nach und sie standen mitten in Stricks Zimmer!

Auch hier war es überall finster, aber sie hatten sich bereits an die Halbdämmerung gewöhnt. Alexander kannte das Zimmer ja schon recht gut. Er war aber von ihrem Erfolg überrascht und stand unschlüssig herum. Sie hatten sich nicht überlegt, was sie tun würden, wenn sie in Stricks Zimmer waren. Alle herumliegenden Papierstapel absuchen nach...ja, nach was? Schularbeitsangaben, Notizen, Geheimnissen? Alexander drückte ein schlechtes Gewissen. Strick war immer freundlich zu ihm gewesen, und jetzt hinterging er ihn. Was würde passieren, wenn er ihnen auf die Schliche käme?

„Schau, dort schimmert es durch!“, hörte er Alex² flüstern. Und tatsächlich - Stricks Zimmer hatte noch eine Tür, die sich hinter einem Buchregal verbarg, und die Alexander bis jetzt noch gar nicht bemerkt hatte. Sie wäre auch jetzt unbemerkt geblieben, wenn sie nicht leicht geöffnet gewesen wäre und aus dem dahinter liegenden Zimmer ein grünlicher blasser Schimmer entkommen wäre, der einen schmalen Streifen auf den Fußboden warf.

Alex² war schon bei der Tür angelangt und hatte sie vorsichtig geöffnet. Beide spähten in ein verlassenes Zimmer, welches mit modernster Elektronik ausgestattet zu sein schien. Es sah so aus wie im Bauch eines riesigen Computers oder wie das Zentrum einer Galaxis. Tausende von grünen oder roten Lämpchen schillerten, flirrten und blinkten, gewaltige dicke Kabel, die aus dünnen Leitungen zusammengesetzt waren, lagen überall herum. Dabei arbeitete die Anlage beinahe lautlos.

„Das Forschungslabor von Strick!“ durchfuhr es Alexander. Dafür, dass er immer beim Experimentieren geschwänzt hatte, sah das aber ganz gut aus! Oder hatte ihm dabei jemand geholfen? In der Mitte des Raumes stand eine optische Bank, die gänzlich mit unbekannten Geräten bedeckt war. In ihrem Zentrum erkannte Alexander eine glatt polierte Edelstahlkugel, in der einige Sichtfenster eingelassen waren. Von diesen Sichtfenstern ging ein starker grünlich-gelber Glanz aus.

Die beiden Alexander traten näher an die Kugel heran und blickten nun in ihr

Inneres. Darin sah man deutlich ein Zentrum aus stark strahlendem Licht. Es veränderte fortwährend leicht seinen Farbton und die Helligkeit. Fast war es Alexander, als spielte das Licht eine Musik.

Tatsächlich vernahm man einen fernen Klang, wie von weit entfernt kommend, sehr lieblich. Die Melodie, falls es überhaupt eine solche war, kam Alexander vertraut vor. Irgendwo und irgendwann hatte er sie schon gehört... Die Erkenntnis traf ihn wie ein Blitzstrahl: Strick hatte sie im Wald gesungen!

„Sphärenklänge! Musik aus dem Kosmos“, flüsterte Alex2.

Direkt ins Licht ragten vier feine Drähte, die deutlich erkennbar ins Äußere des Stahlgehäuses führten. Alexander zeigte darauf, und Alex2 nickte. Auf der Seite der Stahlkugel steckte ein Netzkabel, das anscheinend die abgenommenen Signale weiterleitete. Das Netzkabel endete in einer der riesigen Maschinen, die überall um sie herum aufgebaut waren und in ihren Racks die Arbeit taten, wie kleine geduckte Kobolde.

Das „Koboldzimmer!“, Alexander wurde es unheimlich. Da bemerkte er, dass ein Netzkabel aus den Racks in Stricks Arbeitszimmer führte und erkannte sofort dessen Bedeutung.

„Sein Computer!“, rief er, und stürzte aus dem Koboldzimmer hinaus, auf Stricks Arbeitsplatz zu. Als er die Maus ergriff, erhellte sich der große Bildschirm und tauchte das Zimmer in kaltes, fahles Licht. Stricks Computer war nicht ausgeschaltet, nicht einmal ein passwortgeschützter Bildschirmschoner war installiert. Das war ein leichtes Spiel!

Mit einigen Klicks hatte Alexander den Ordner gefunden, den er suchte: er hieß „Futures“, das hieß doch „Zukünftiges“. Darin waren wieder Unterverzeichnisse, die alle Jahreszahlen trugen - Jahreszahlen, die in der Zukunft lagen! Die darin enthaltenen Dokumente enthielten lange Zahlenkolonnen. Genau das war es! Das waren vielleicht zukünftige Börsenkursdaten! Alexander wusste, dass man damit sehr reich werden konnte! Wie aufgezogen öffnete er ein Dokument, das ein Datum von zwei Jahren in der Zukunft hatte, druckte es aus und ließ es sofort in seiner Hosentasche verschwinden.

Dann öffnete er das einzige Programm im Ordner. Dieses Programm schien all die anderen Dokumente erzeugt zu haben. Man konnte darin einen Zeitpunkt eingeben. Alle anderen Angaben waren Alexander fremd. Es gelang ihm nicht, irgendetwas Sinnvolles zu erzeugen, und er hätte auch gar nicht gewusst, was genau er eigentlich damit anfangen wollte.

„Schau mal!“, Alex2 deutete auf eine Datei, die betitelt war mit „Klassenarbeiten 1-8“. Alexander öffnete sie sofort und erstarrte. Diese Datei schien die Schularbeitsangaben aller Schularbeiten seiner kommenden Mittelschulzeit zu enthalten, fein säuberlich geordnet nach Fach und Datum! Mechanisch drückte er auf den Druckknopf. Der Drucker schnurrte leise und warf ein Papier nach dem

anderen aus. Als er damit fertig war, faltete Alexander die Zettel und steckte sie ebenfalls in die Hosentasche.

Da passierte etwas völlig Unerwartetes: Ein Telefon klingelte. Es war das Handy von Alex2! Verdammt, er hatte es nicht abgeschaltet! Alex2 suchte es verzweifelt in seinen Hosentaschen. Als er es endlich herausgekratzt hatte, meldete sich seine Mutter und wollte ihm noch eine gute Nacht wünschen. Alex2 versuchte sie mit einigen kurzen, leisen Sätzen zu beruhigen und zu einem möglichst schnellen Gesprächsende zu gelangen. Anscheinend glaubte sie, dass er gerade mit seinem Freund in einer Computerschlacht verstrickt wäre, und sie ermahnte die beiden nur, pünktlich schlafen zu gehen, damit sie morgen ausgeruht wären.

Mit einem Seufzer schaltete Alex2 das Telefongerät vollständig ab. Aber da war es bereits zu spät! Man hörte Schritte und Stimmen vom Gang her kommen. Dann standen plötzlich Lockner und Strick im Zimmer, so schnell, als hätten sie sich hergebeamt. Das Licht ging an. Man konnte kaum sagen, wer nun verdutzter dreinsah: die beiden Physiker oder die beiden Alexander!

„Was macht denn ihr da?“, fragte Strick nach den ersten Schrecksekunden. Aber es war nur zu offensichtlich und bedurfte keiner Erklärung.

„Na klar, unser Nachwuchs macht sich langsam selbstständig!“, meinte Lockner und grinste dabei,

„Du hast ihm doch nichts gesagt, oder?“

Als Strick nur ein mürrisches Brummen von sich gab, verfinsterte sich Lockners Gesichtsausdruck zunehmend. Er sagte: „Was wissen sie denn?“

Alexander antwortete statt Strick: „Ihr habt eine Internetverbindung in die Zukunft, stimmt?“

Strick hatte sich bereits gefangen, schüttelte aber immer noch den Kopf.

„Na ihr seid mir besondere Lauser! Wie habt ihr das denn angestellt?“ Er schüttelte nochmals den Kopf und klickte die Ordner zu, nachdem er einen kurzen prüfenden Rundblick über seinen Schreibtisch gemacht hatte.

Auch Lockner hatte sich schon wieder gefangen und ließ, offenbar um besser nachdenken zu können, die Modelleisenbahn um das Sofa kreisen. Er machte dabei einen abwesenden Eindruck. Dann meinte er: „Der Kollege Strick hat eine geniale Idee gehabt, Interferenzen in der Raumzeit auszunutzen. Geschlossene Raumzeitschleifen nach Gödel. Dadurch haben wir eine dünne Leitung in die Zukunft bauen können. Nur einige Bits die Minute, aber immerhin. Das Wissen um zukünftige Ereignisse ist nicht widersprüchlich. Keine Zeitparadoxe! Wir laden uns gelegentlich unsere zukünftigen Arbeiten von Servern herunter und publizieren sie dann. Erspart eine Menge Arbeit. Ganz selten spielen wir auch an der Börse, mit *Futures*, das sind Erwartungswerte von Aktien. Gute

Wissenschaft finanziert sich eben selbst. - Das verlangen doch ohnehin alle von uns!

Das ist die ganze Wahrheit, aber am besten, ihr behaltet sie für Euch. Denn diese Wahrheit ist so unglaublich, dass man Euch für Schwindler halten wird, wenn ihr sie erzählt. Manche Tatsachen sind eben so unwahrscheinlich, dass sie nicht geheim gehalten werden müssen. Sie gehen in allgemeinem Geplapper und Phantasielosigkeit unter!

Vielleicht ist das Leben überhaupt nur ein einziges Computerspiel. Wir haben in einer jenseitigen Welt dafür bezahlt, dass wir ein Menschenleben in der oder der Epoche miterleben dürfen. Damit uns das ganze überhaupt glaubhaft erscheint, hat man in dieser Welt all unsere Erinnerung ans Jenseits geblockt. Nur in den Tiefschlafphasen kehren wir vielleicht dorthin zurück, oder wenn wir sterben! Wir sind sozusagen Tote auf Urlaub.“

Dann meinte er mit einer sanften, aber festen Stimme: „Und nun schaut, dass ihr schleunigst zu euren Eltern nach Hause kommt! Kein Wort mehr!“

So schnell war Alexander noch nie die unversperrte Gangtüre hinaus- und die Treppen hinuntergelaufen. Sein Herz klopfte wie wild. Er konnte sich nicht mehr genau erinnern, was in der Folge geschah. Sie liefen auf schnellstem Wege zu seinen Eltern, die schon sehr besorgt waren und einiges ahnten. Die darauf folgende Moralpredigt ertrugen er und Alex2 mit Fassung, beinahe unbeteiligt. Es war schon spät.

Als sie am nächsten Morgen aufwachten, glaubte Alexander, alles wäre nur ein Traum gewesen. Alex2 lag in einem anderen Bett im selben Zimmer. Er schaute zu ihm hinüber, sagte aber nichts. Auch Alexander sagte nichts, lag einige Zeit nur still da.

Dann setzte er sich urplötzlich auf, sprang aus dem Bett, griff in die Tasche seiner Hose, die über dem Stuhl hing, ...und spürte ...nichts; keine Blätter, keine Schularbeitsangaben, keine Börsenkurse der Zukunft! Womöglich hatte er das alles nur geträumt...

Kapitel 17

Viel Spaß! Finale krachioso!

„Also, ganz locker - eins, zwei, drei, und los!“ Alexander und seine beiden Freunde betraten den großen Vortragssaal, in dem auch Strick seine Vorlesung gehalten hatte, diesmal von der Rednerseite. Zuvor hatten sie bereits ein vielstimmiges Gewirr von Stimmen gehört, aber was sie hier vorfanden, übertraf alle ihre Erwartungen: Der Saal war bis zum Bersten mit Menschen gefüllt!

Als sie zum Rednerpult schritten, wurde es langsam leiser, und hunderte

Gesichter blickten auf sie. Alexander kniff sich in den Daumen, um sicherzugehen, dass das nicht ein Traum war. Strick und Lockner, die beide mit ihnen hereingekommen waren, lächelten zufrieden. Strick sagte: „Na, was habe ich euch gesagt? Es sind viel mehr gekommen als zu meinem Vortrag!“

Und tatsächlich! Es war kein Vergleich! Auch das Publikum schien sehr interessiert zu sein, was da kommen würde. Man sah ganz alte, aber auch ganz junge Gesichter. Sogar das Fernsehen war da!

Alexander hatte von seinem Vater einen kleinen, ausziehbaren Zeigestab erhalten, den er jetzt in die Höhe hielt und wie einen Zauberstab oder ein Laserschwert herumschwenkte. Lautes Klatschen hub an. Die Eltern der Freunde saßen ganz vorne und lächelten sie freundlich an. Auch der Rest der Klasse saß da und begrüßte sie johlend. Es herrschte eine Bombenstimmung.

Vorne hatte man eine Reihe von Apparaten aufgebaut, und Peter, Lockners Mitarbeiter, stand bereit, um sie in Gang zu setzen. Als erste betrat Stefi die Bühne. Es wurde mucksmäuschenstill, sodass man eine Stecknadel fallen gehört hätte. Stefis Gesicht war hochrot angelaufen, aber sie sagte mit fester Stimme: „Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Freunde! Danke, dass sie alle so zahlreich erschienen sind. Wir werden heute versuchen, ihnen zu erklären, was die Menschen im Laufe der Zeit über den Aufbau der Welt gelernt haben. Und wir werden ihnen sagen, wie es unserer Meinung nach weitergehen könnte. Denn die Forschung ist ein offenes Projekt der gesamten Menschheit. Und das Universum steht weit offen. Es gibt noch viel zu erforschen und zu entdecken!“

Mit diesen Worten bedeutete Stefi, den Saal zu verdunkeln und den Datenprojektor einzuschalten. Man sah eine Stadt mit Wolkenkratzern und tiefliegende Wolken, auf die ein Gewitter niederging. Gewaltige Lichtblitze verbanden die Gebäude mit dem Himmel. Dann gab es eine Überblende in das Labor von Professor Bugholz, in dem ebenfalls Lichtblitze zuckten.

Alex² begann seinen Vortrag: „Wir haben gelernt, gewisse Naturgewalten zu zähmen und sie für uns nützlich zu machen. Das war nicht immer so. Früher herrschte Angst und Schrecken vor den Kräften der Natur. Wir waren ihnen unbarmherzig ausgeliefert.“

Gewaltige Seuchen durchzogen Europa und rotteten ganze Landstriche aus. Sie sehen hier an den roten Pfeilen, wie sich die Pest in der ersten großen Epidemie des Mittelalters von 1346-52 über die Erde verbreitete. 25 Millionen Menschen, jeder dritte Mensch des Abendlandes, starb damals. Und das alles hervorgerufen von Lebensformen, die so klein waren, dass man sie unmöglich sehen und sich vor ihnen schützen konnte. Man wusste damals einfach nicht, was zu tun war, war dem schwarzen Tod hilf- und schutzlos ausgeliefert. Nun, heute kann man die Krankheitserreger durch moderne Mikroskope sichtbar machen. Eine

Voraussetzung war eine bestimmte Kenntnis der Beschaffenheit und Nutzbarmachung von Licht. Dies ist zum Beispiel das Bakterium *Yersinia pestis*, das Pestbakterium in einer millionenfachen Vergrößerung. Und wir können etwas dagegen tun und sind der Krankheit nicht länger hilflos ausgeliefert.“

Man merkte deutlich, dass Alex2 stark zur Medizin neigte. Wie schon gesagt, waren seine Eltern praktizierende Ärzte und hatten ihn anscheinend mit Informationen versorgt. Alexander hatte zwar gemeint, dass das nicht direkt mit Physik zu tun hatte, war aber von Steffi und Alex2 energisch überstimmt worden.

Alex2 fuhr fort: „Sie werden jetzt vielleicht sagen: Wie hängt das alles mit Physik zusammen? Das ist doch Medizin! Aber bitte bedenken Sie eines: die moderne Medizin wäre ohne Fortschritte der Physik unmöglich. Viele Diagnose- und Behandlungsmethoden wären unmöglich ohne die Methoden, die in der Physik entwickelt wurden. Medizin und Physik sind eng miteinander verbunden, in der Zukunft vielleicht sogar noch enger als bisher. All diese gewaltigen Erfolge haben dem Menschen Würde gegeben. Wenn neue Gefahren auftauchen, wie zum Beispiel in jüngerer Zeit Retroviren und krankmachende Proteine, dann sind wir nicht bloß auf Aberglauben und Beschwörungen der von außerirdischen Mächten angewiesen, sondern können diesen Gefahren mit Experimenten und Nachdenken begegnen.

Wie lange hat es gedauert, bis das Abendland erkannte, was die Pest verursachte und wie sie übertragen wird, und wie schnell wurde der AIDS-Erreger gefunden. Dahinter verbergen sich modernste apparative Forschungen!“ Alex2 hatte sich richtig in Schwung geredet und meinte: „Und nach diesem kleinen Ausflug kommen wir jetzt auf die alte Frage zu sprechen: Woraus besteht die Welt?“

Das war das Stichwort für Alexander. Er versuchte möglichst würdevoll zum Rednerpult zu gehen und übernahm die Präsentation mit den Worten: „Nun, es gibt eine komische Antwort auf diese Frage: aus Bausteinen in einer großen Leere! Die Dinge scheinen, je genauer wir hinschauen, aus immer weniger elementaren Bausteinen zu bestehen. Das hier ist zum Beispiel ist ein Bild von Atomen, wie sie in sehr, sehr hoher Vergrößerung erscheinen“

An die Wand projiziert sah man das Bild mit den vielen Atompunktchen, das ihm Strick einmal gegeben hatte. Er setzte dann fort: „Bis vor wenigen Jahrzehnten wäre diese direkte Darstellung von Atomen noch für unmöglich gehalten worden. Wir können heute sogar Experimente mit einzelnen Atomen machen. Aber Vorsicht: Viele unserer anschaulichen Bilder versagen bei diesen Maßstäben.

Historisch betrachtet war es so: Bereits einige Griechen vermuteten, dass die Welt aus einer kleinen Anzahl von Bausteinen zusammengesetzt ist, deren verschiedene Art, Verbindung und Anordnung die zahlreichen Erscheinungsformen der Materie hervorrufen. Vor ungefähr hundertfünfzig Jahren

begann dann der Durchbruch: Zuerst als Spekulation und dann durch immer mehr Experimente getestet, setzte sich die Anschauung durch, dass die Welt und die Vorgänge in ihr auf die Bewegung von Atomen zurückzuführen sind.

Dann wurde vor etwa hundert Jahren die Quantenmechanik entdeckt, und das führte zu einem explosionsartigen Anstieg unseres Wissens. Eigenschaften wie Farbe und Materialhärte lassen sich so erklären. Wir haben mit diesem Wissen begonnen, elektronische Schaltungen zu bauen und verwirklichen damit die moderne Informationsgesellschaft.“

Alexander ließ einige Moorhühner mit Wollschals über die Bildfläche fliegen. Seine Zuhörerschaft dankte es ihm mit lautem Gejohle. Alexander sagte: „Daneben gab es in diesem Jahrhundert noch ganz andere Überraschungen: Tödliche Explosionen, die beinahe unsere Zivilisation vernichtet hätten - die Menschheit entdeckte das atomare Feuer!“

Die fliegenden Moorhühner wurden ausgeblendet und man sah gewaltige Detonationen mit riesigen Atompilzen. Jetzt übernahm Stefi: „Man erkannte nämlich in der Mitte des letzten Jahrhunderts, dass Atome nicht unteilbar waren, sondern aus einer Elektronenhülle und einem Kern bestehen. Die Elektronenhülle bestimmt wesentlich die chemischen Eigenschaften der Stoffe. Und der Kern ist wieder teilbar. Andererseits ist es ebenso möglich, zwei Kerne zu einem zu verschmelzen. Dabei wandelt man Elemente ineinander um, ein alter Traum der Alchemisten. Manche Kerne verlieren während dieser Prozesse Masse, und diese Masse wird als Energie frei. Pro Kern ist das nicht viel Energie, aber es gibt sehr, sehr viele Kerne, und jeder dieser Kernreaktionen setzt sehr, sehr viel mehr Energie frei als eine chemische Reaktion, wie zum Beispiel eine Explosion!“

Auf diesen Moment hatte Alexander gewartet. Er hatte sich an einen dicken Kunststoffbehälter herangepircht, in dessen Mitte eine Schale mit einem unscheinbaren gräulichen Pulver lag. Außerdem hatte er sich schwere Metallhandschuhe angezogen und eine Plastikbrille aufgesetzt. Lockner machte zwar ein etwas sorgenvolles Gesicht und blickte zu Peter, aber da hatte Alexander schon eine Streichholzschachtel aus der Tasche gezogen, ein Streichholz angezündet und in die Schale geworfen. Augenblicklich kam es in dem Kunststoffbehälter zu einer Explosion, ein lauter Knall, begleitet von einer Stickflamme, die nach oben züngelte. Alexander war etwas davon gesprungen und sah sehr zufrieden aus: Er hatte es richtig tuschen lassen! Einige Schläfer, die in der Halbdunkelheit eingenickt waren, waren aufgefahren und saßen kerzengerade da. Seine Klasse jubelte und schrie: „Noch einmal, stärker!“

In dem allgemeinen Tumult meinte Stefi: „Wir haben das atomare Feuer gefunden und müssen vorsichtig damit umgehen. Und wer weiß, vielleicht warten auf uns neue, noch unbekannte Feuer, die noch gewaltiger sind als das atomare?“

Aber einmal abgesehen davon, erwarten uns noch viele andere Entdeckungen, denn unser Wissen über die Welt ist offen und nicht endgültig. Wir werden deshalb, bevor wir zum experimentellen Teil übergehen, einige Fragen stellen, auf die es bis heute noch keine Antwort gibt. Vielleicht werden diese Antworten in der Zukunft gegeben, vielleicht aber auch nie.

- Wie reist man einfach und bequem zu den Sternen?
- Gibt es ein einziges Gesetz, nach dem alles in der Welt abläuft?
- Haben Raum und Zeit einen Ursprung, und was ist unser Schicksal im Kosmos?
- Wie können wir die Schwierigkeiten unseres Daseins und all das, was erleiden müssen, weiter überwinden; allem voran, dass wir sterben müssen, aber auch die vielen Krankheiten, und Zahnweh?
- Wie können wir mehr Einfluss auf das, was in der Natur geschieht nehmen? Wie können wir besser mit ihren Vorräten haushalten, um die Kostbarkeiten und Schönheiten unserer Erde und aller Planeten, die wir zukünftig noch besiedeln werden, zu bewahren?

Wir persönlich glauben, dass es wert ist, nach Antworten zu suchen und womöglich neue Fragen zu stellen.“ Stefi machte hier eine Pause und sah in die Runde. Dann fuhr sie fort: „Mehr noch: auch wenn wir uns das nicht so oft im Alltag bewusst werden: wir brauchen die Wissenschaften und die Physik dringender denn je, und es ist ungeheuer spannend, an dieser Entwicklung teilzunehmen.“

Hier haben wir noch einige Experimente aufgebaut. Jeder, der will, kann herkommen und mitmachen. Wir haben sogar die Erlaubnis bekommen, den großen Drahtkäfig aus dem Labor von Professor Bugholz hier aufzubauen und es richtig blitzen zu lassen. Jeder darf sich einmal hineinsetzen. Draußen gibt es dann ein Buffet und etwas zu trinken. In diesem Sinne wünschen wir viel Spaß und Erfolg!“ Auf dem Bildschirm erschien der Satz: „*Wir wollen wissen, wir werden wissen! Stefi, Alex2, Alex3 für die 4b und alle anderen!*“

Die letzten Worte Stefis gingen im allgemeinen Beifall und Lärm unter. Viele drängten nach vorne und wollten experimentieren. Andere brauchten dringend eine Erfrischung, die meisten wollten beides.

Dieser Abend sollte noch lange dauern. Alexander schien es wie der fröhliche Abschied von seiner Volksschulzeit, in dem er die zukünftigen Ereignisse erahnen konnte. Aber das ist eine andere Geschichte.