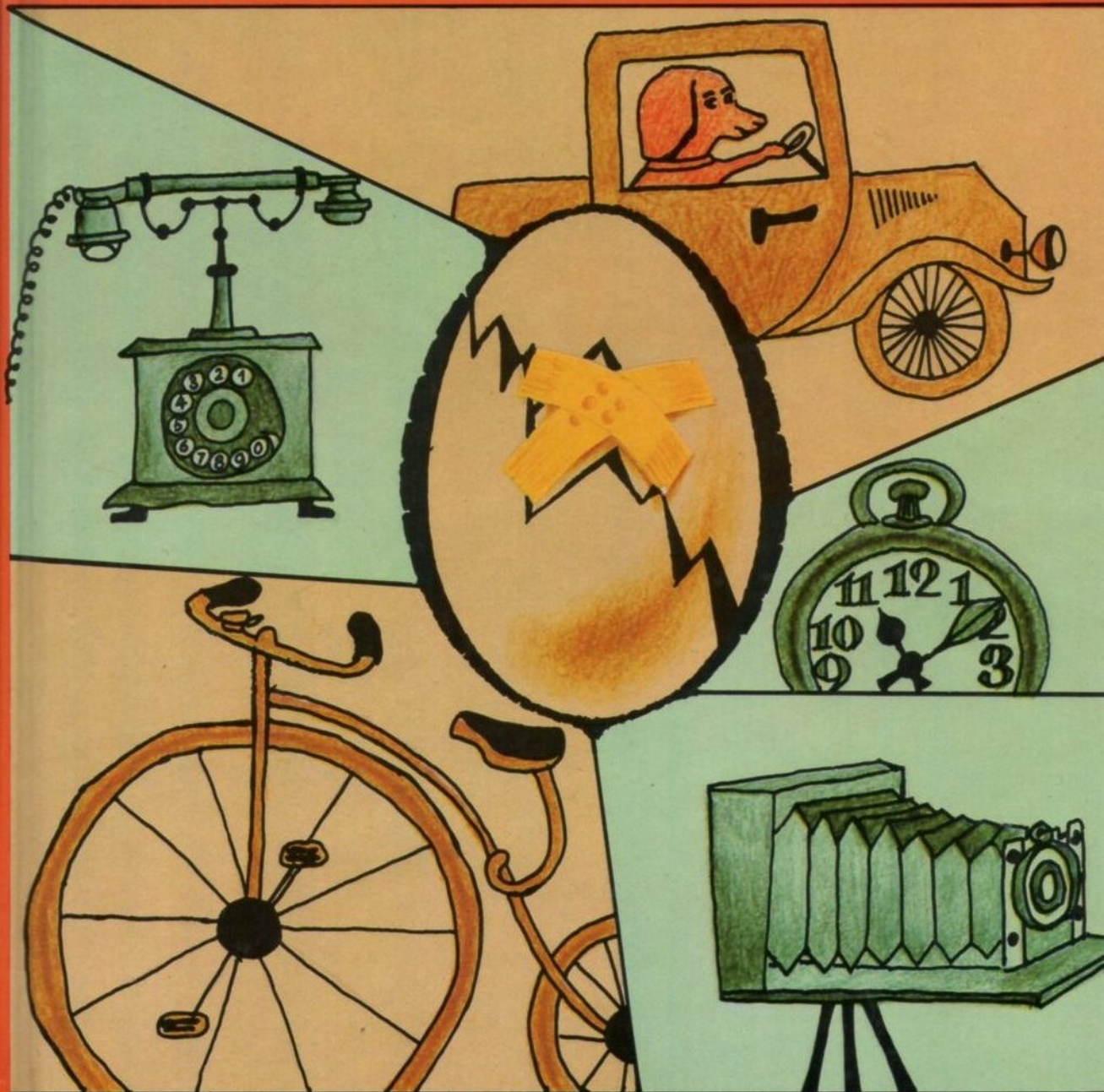


# Das Ei des Kolumbus

Wolfgang Back  
Erich H. Heimann

Auf den Spuren von Erfindern und Erfindungen -  
mit großem Rezeptteil zum Selbermachen



# Das Ei des Kolumbus

Wolfgang Back  
Erich H. Heimann

Auf den Spuren von Erfindern und Erfindungen -  
mit großem Rezeptteil zum Selbermachen



engelbert

**Bildnachweis:**

Adam Opel AG, Rüsselsheim; Agfa, Leverkusen; Archiv Back; Archiv Heimann; Daimler-Benz AG, Stuttgart; Deutsche Lufthansa AG, Köln; Deutsches Museum, München; Dunlop AG, Hanau; Fischer Werke, Tumlingen; Germanisches Museum, Nürnberg; Henkel & Cie, Werksarchiv, Düsseldorf; Institut für Nachrichtentechnik der TU-Aachen; Klöckner-Humboldt-Deutz AG, Köln; Margarine Institut für gesunde Ernährung, Hamburg; Gerhard Praßer; Technisches Museum für Industrie und Gewerbe, Wien.

ISBN 3 536 00452 0

Fischer-Artikel-Nr. 6393151

I. Auflage 1977

Umschlaggestaltung: Otto Frings

Zeichnungen: Gerhard Praßer

(c) 1977 beim Engelbert-Verlag, 5983 Balve, und

Fischer-Werke, 7244 Tumlingen

Nachdruck verboten – Printed in Germany

Satz, Druck und Einband:

Grafischer Betrieb Gebr. Zimmermann GmbH, Balve



## Aller Anfang ist schwer

Als ich so alt war, wie ihr vielleicht heute seid, da gab es bei weitem nicht so viel Spielzeug zu kaufen; alles war fürchterlich primitiv und ging ziemlich schnell kaputt. Wenn man zu Weihnachten eine Dampfmaschine haben wollte, so mußte man schon viel Glück haben und vor allem das ganze Jahr über brav gewesen sein (zumindest durfte man sich nicht erwischen lassen). Also blieb uns nichts anderes übrig, als unser Spielzeug selbst zu machen – und wenn ich zurückdenke, dann entwickelten wir uns manchmal zu richtigen kleinen Erfindern. Natürlich war viel Blödsinn dabei, und manches funktionierte nie, weil es gar nicht funktionieren konnte. Aber wir haben es probiert und viel dabei gelernt.

Ich glaube bestimmt, daß auch ihr zu den kleinen Erfindern gehören könnt, wenn ihr einfach einmal an die Sache herangeht. Nicht gleich mit dem Schwersten anfangen – das mißlingt meistens –, sondern schön Schrittchen für Schrittchen alles ausprobiert und vor allem das Nachdenken nicht vergessen, warum es so und nicht anders funktioniert. Denn wenn man weiß, wie es funktioniert, dann ist es meist ganz einfach, die Sache nach eigenen Wünschen umzubauen und vielleicht dabei sogar einiges zu verbessern. Und schon seid ihr selbst zum Erfinder geworden – und ich möchte den eurer Freunde sehen, der ab sofort nicht ein bißchen mehr Respekt vor euch hat.

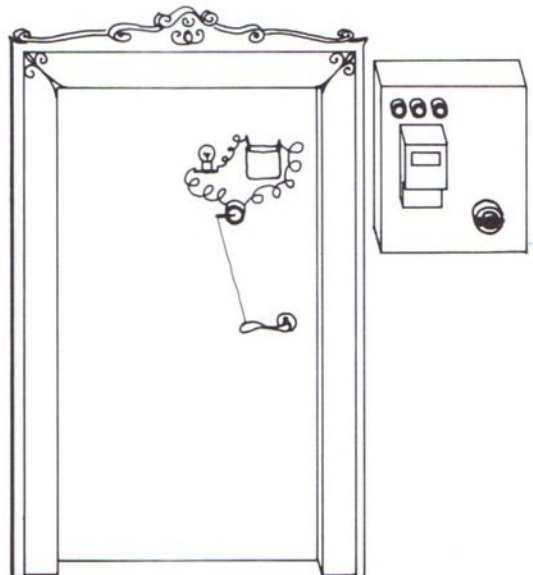
Laßt mich jetzt einmal eine kurze Geschichte erzählen, wie ich als kleiner Kerl zum Erfinder wurde und ungeheuer stolz auf meine Konstruktion war.

Ich war gerade 10 Jahre alt und lebte in einem kleinen Dorf in der Nähe der Loreley. Mein Vater war Lehrer, und wir wohnen im Schulhaus. Direkt neben dem Schlafzimmer meiner Eltern war ein

großer Schalter angebracht, der eine ganz tolle Funktion hatte. Drehte man ihn nämlich einmal, so war im ganzen Dorf die Straßenbeleuchtung an. Natürlich, nochmals gedreht, war sie wieder aus.

Und mein Vater, der arme Kerl muß ich sagen, hatte über Jahre hinweg die Aufgabe, die Straßenbeleuchtung abends ein- und auszuschalten. Das Schlimme dabei war, daß das ganze Dorf immer wußte, wann meine Eltern zu Bett gegangen sind.

Noch schlimmer allerdings wurde es, wenn mein Vater es einmal vergessen hatte und die ganze Nacht über sämtliche Lampen brannten. Dann dauerte es am nächsten Morgen nicht lange, bis jemand vorbeikam und vorwurfsvoll auf die Energieverschwendung hinwies. Mir war das immer peinlich, und mein Erfindergehirn begann feste zu arbeiten: „Da muß es doch eine Lösung geben, um diese Peinlichkeiten endlich abzustellen!“ Ich überlegte lange hin und her, und eines Tages kam die zündende Idee. Ich besorgte mir aus einer alten Wandlampe den eingebauten Zugschalter.





Ihr kennt diese Schalter bestimmt auch; sie haben ein Kordelchen, an dem man mit einmaligem Ziehen die Lampe ein-, nochmaligem Ziehen wieder ausschalten kann. Diesen Schalter schraubte ich einfach mit einer kleinen Holzschraube oberhalb der Türklinke auf das Holz der Schlafzimmertür, verlängerte das Kordelchen mit einem starken Gummi, der mit etwas Klebeband hinten am Ende der Klinke festgebunden wurde. Übrigens, das mit der Holzschraube in der Tür gab noch etwas Ärger, aber die Erfindung funktionierte gut, so daß nach einigen Tagen wieder Frieden eingekehrt war.

So, jetzt geht's weiter. Aus meiner Taschenlampe nahm ich die Flachbatterie, die es ja auch heute noch zu kaufen gibt. Zusätzlich wurde das Birnchen ausgebaut, und zusammen mit dem Zugschalter entwickelte ich dann meine erste elektrische Schaltung. Auf dem kleinen Bild könnt ihr die Schaltung sehen. Wenn man die Klinke runterdrückte, so ging das Lämpchen an, weil man ja an der Kordel zog.

Noch mal gedrückt, so war es wieder aus. Ich war stolz wie ein König, daß meine selbsterdachte Maschine tatsächlich so funktionierte, wie ich es mir vorgestellt hatte. Ich muß euch aber noch erzählen, was ich damit eigentlich bezwecken wollte. Stellt euch vor, wie das Zubettgehen meiner Eltern jetzt ablief: man ging zum Schlafzimmer, drückte die Klinke, um hineinzukommen; das Lämpchen brannte dann in Augenhöhe – es konnte nicht übersehen werden. Für meinen Vater bedeutete dieses Leuchten, darüber nachzudenken, ob die Straßenbeleuchtung schon ausgeschaltet war. Wenn nicht, dann aber schnell zum Schalter. Das ganz Tolle an meinem Automaten war es, daß das Lämpchen auch wieder ausgeschaltet wurde, wenn meine Eltern im Schlafzimmer die Tür wieder zumachten, denn

dann wurde ja die Klinke zum zweiten Mal bewegt und der Schalter wieder ausgeschaltet. Der Nachteil war, daß das Lämpchen auch am nächsten Morgen wieder anging, wenn man aus dem Zimmer rauskam; aber wenn die Tür wieder zugemacht wurde, war alles in Ruhestellung.

Ich bilde mir heute ein, daß diese tolle Konstruktion ein für allemal das Problem der Straßenbeleuchtung löste, und war richtig böse, als nach etwa einem Jahr der große Schalter von den Elektrikern abmontiert wurde und dafür eine automatisch arbeitende Schaltuhr eingebaut wurde, bei der man auf gar nichts mehr achten mußte.

Na, hättet ihr euch diese Erfindung auch zugetraut? Bestimmt – vielleicht wäre mancher auf eine ganz andere Lösung gekommen, aber geschafft hättet ihr es sicherlich. Ihr seht an dieser kleinen Geschichte, daß es immer und überall noch etwas zu erfinden gibt, was uns das Leben leichter und vielleicht auch bequemer machen kann.

Auch die ganz großen Erfinder, die mit ihren Konstruktionen manchmal die Welt verändert haben, begannen meist mit einfachen, ja geradezu primitiven Mitteln. Ihr werdet nachher noch sehen, daß viele ältere Erfindungen auch von euch selbst stammen könnten, denn das Wichtigste ist, daß man den „Dreh“ rausbekommt und dann alles probiert, bis das Ziel erreicht ist. Manchmal ist das ein schönes Stück Geistes- und auch Knochenarbeit; doch um so schöner findet ihr es nachher, wenn die Aufgabe gelöst wurde. Also, erste Regel: nicht aufgeben und immer wieder probieren.

So, nun aber zu unserem ersten Thema, der Nachrichtentechnik. Ich glaube, es kann ein spannendes Kapitel werden, weil auch eine ganze Menge zum Nachbasteln dabei ist.





## Bis zum Telefon war es ein weiter Weg

Beginnen wir einmal ganz von vorne. Die Aufgabe lautet: wir wollen eine Nachricht möglichst schnell und einfach von hier zu einem weiter entfernt liegenden Ort übermitteln. Wir wissen heute, wie man das machen kann: mit dem Telefon, dem Fernschreiber, mit einem Funkgerät usw., usw. Doch in den vergangenen Jahrhunderten war dies noch ein großes Problem, denn es gab nichts von dem, was ich eben aufgezählt habe.

In der Antike, im Persischen Reich, kam man vor ungefähr 2.500 Jahren auf die Idee, eine Nachricht mit Rufposten weiterzugeben. Das müßt ihr euch so vorstellen, daß auf einer langen Strecke eine ganze Menge Männer mit ziemlich lauten Stimmen in bestimmten Abständen Posten bezogen haben und darauf warteten, daß der Vordermann irgendwann anfangt, eine Nachricht überzuschreien. Der nächste, der die Worte hoffentlich richtig verstand, brüllte den gleichen Text seinem Vordermann zu usw., bis die Nachricht hinten angekommen war.

Also die Erfindung hätten wir – so glaube ich – auch noch hingekriegt. Da steckt nicht allzuviel Sachverstand und technisches Wissen dahinter. Wir können ja einmal ein Rechenexempel machen. Nehmen wir an, wir wollten von Hamburg nach München eine Nachricht von 30 Sekun-

den Länge durchgeben. Die Strecke sei der Einfachheit halber 1.000 km lang. Ich habe es noch nicht probiert, aber man kann sich vorstellen, daß man von Mann zu Mann, wenn man die Hände noch als Trichter vor den Mund nimmt, sich so etwa auf höchstens 100 bis 200 Meter verständigen kann. Gehen wir von dem besseren Wert 200 Meter aus, so benötigen wir 5 Rufer auf einen Kilometer, also insgesamt 5.000 Mann. Das kann ganz schön teuer werden. 30 Sekunden benötigt jeder Posten zum Hören und dann 30 Sekunden zum Weitergeben des Textes, macht zusammen 1 Minute; vorausgesetzt, daß alles am Schnürchen klappt und der Rufer inzwischen nicht die Hälfte vergessen hat.  $5.000 \text{ mal } 1 \text{ Minute} = 5.000 \text{ Minuten}$  oder umgerechnet etwa 3 ganze Tage ohne Pause. Nein, wir können froh sein, daß bei uns dieses System nicht eingeführt ist, allein schon deswegen, weil jeder dann unsere Privatgespräche mit-hören könnte.

Viel intelligenter erscheint dann schon ein Nachrichtensystem, das sich die alten Griechen einfallen ließen (etwa 360 vor Christus). Der Erfinder soll Aineias gewesen sein. Er bastelte zuerst einmal zwei gleich große Tongefäße mit je einem Ausfluß, der mit einem Stopfen jederzeit verschlossen werden konnte. Öffnete man



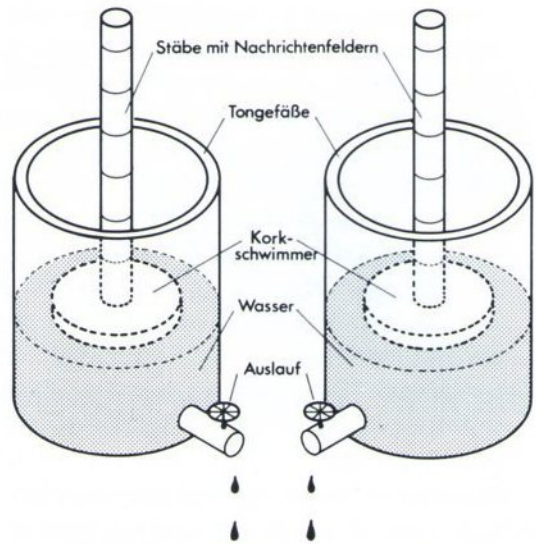
den Stopfen, so mußte aus jedem Krug genau gleich viel Wasser ausfließen; das war die wichtigste Bedingung.

Dann benötigte man noch einen Schwimmer, den man aus einer Korkscheibe und einem daran befestigten Stäbchen baute. Da Kork ja leichter als Wasser ist, schwimmt er immer obenauf. Auf dem Stäbchen brachte man nun verschiedene Nachrichtfelder an, wobei jedes Feld etwas anderes bedeutete, z. B. kann man sich vorstellen – das erste Feld: wir benötigen Hilfe; das zweite Feld: Feuer ausgebrochen usw.

Beide Geräte waren nun zu Beginn der Nachrichtenübermittlung mit gleich viel Wasser gefüllt und standen weit entfernt auf zwei Bergkuppen, jedoch nur so weit entfernt, daß eine Sichtverbindung möglich war. Wollte man nun mit dem Senden beginnen, so mußte man sich zuerst einmal dem Gegenüber verständlich machen, daß eine Nachricht durchgegeben werden soll. Dies gelang am einfachsten mit dem Rauch einer Fackel, den man ja weit sehen kann. Der Sender wartete dann so lange, bis von der anderen Seite ebenfalls ein Rauchsignal aufstieg; das Zeichen, daß der Posten empfangsbereit war.

Auf der Senderseite gab man nun ein zweites Rauchzeichen, und beide zogen jetzt gleichzeitig den Stopfen aus dem Ausflußrohr des Tongefäßes. Das Wasser floß so lange aus beiden Krügen, bis der Schwimmer im Sendegebiet so tief gesunken war, daß das Feld am Stäbchen mit der entsprechenden Nachricht an der Oberkante des Gefäßes angekommen war.

Jetzt gab die Sendestelle erneut ein Rauchzeichen, und beim Empfänger wurde daraufhin der Stopfen wieder ins Rohr gesteckt, so daß nichts mehr ausfließen konnte. Der Posten brauchte jetzt nichts weiteres mehr zu machen, als die



abgesunkenen Felder abzuzählen, und wußte genau, was der Sender mitzuteilen hatte. So einfach war das damals.

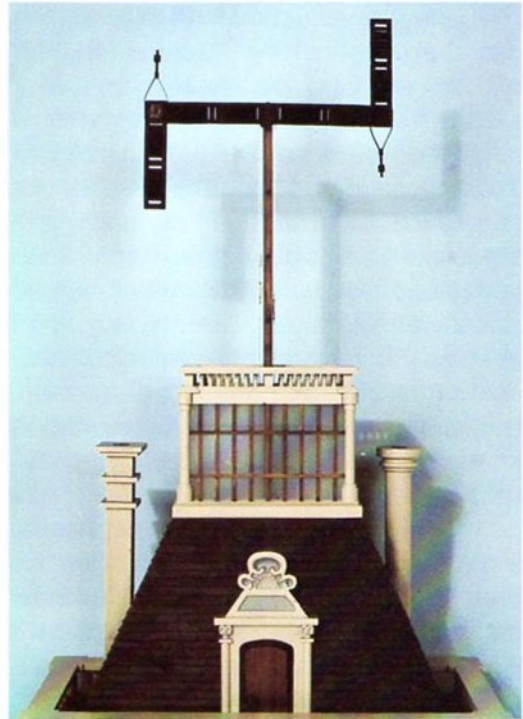
Wenn ihr zufällig günstig wohnt, so könnt ihr das Experiment ja einmal mit einem Freund oder einer Freundin nachvollziehen. Ihr müßt euch dabei nur von Küche zu Küche beobachten können und über dem Waschbecken ein Heißwassergerät mit Wasserstandsskala haben. Ihr füllt auf 5 Liter auf. Beim ersten Handzeichen öffnet ihr den Hahn, beim zweiten Handzeichen macht ihr ihn wieder zu. Jedem Teilstrich auf der Skala könnt ihr dann eine Nachricht zuordnen.

Vielleicht erkennt ihr jetzt auch, daß das doch ziemlich umständlich ist und daß nicht allzu viele Nachrichten damit übertragen werden können. Im Prinzip wäre es natürlich möglich, das ganze Alphabet von A - Z zu übertragen. Auf dem Stäbchen müßte man dann 25 Felder anbringen, für jeden Buchstaben eins, und nach jedem gesendeten Buchstaben das Gerät wieder bis obenhin füllen, dann das nächste Zeichen usw. Stellt euch mal vor, wie lange es dauern würde, bis eine Seite dieses Buches beim Empfänger angekommen wäre. Ich glaube, es würde Wochen dauern.

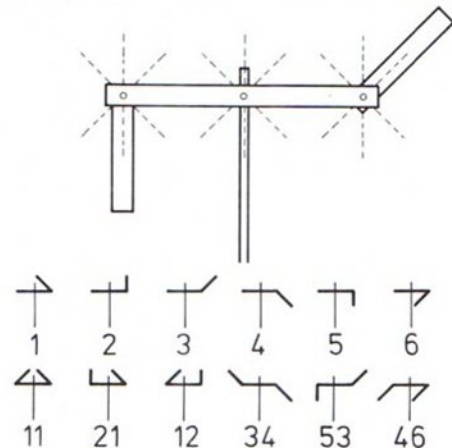


Wenn man in der Geschichte nach anderen Nachrichtensystemen blättert, so findet man eine ganze Zeitlang eigentlich keine technische Lösung mehr. Die Römer z. B. vertrauten ihre Staatsnachrichten schnellen Reitern an, die den ganzen Tag über ritten und die Nachricht dann dem nächsten Reiter weitergaben. Interessant wird es dann erst wieder zur Zeit der Französischen Revolution, also vor knapp 200 Jahren. Damals entstand in Frankreich das Bedürfnis einer schnellen Nachrichtenübermittlung zwischen der Hauptstadt Paris und den wichtigsten Provinzstädten wie Brest, Bordeaux, Marseille, Straßburg usw. Auf der Nationalversammlung im Jahre 1792 beschloß man, die Erfindung des Claude Chappe und seiner Brüder in die Wirklichkeit umzusetzen. In wenigen Jahren wurde Paris mit allen wichtigen Provinzstädten durch eine „Optische Telegraphenlinie“ verbunden.

Dazu war ein ganz schöner Aufwand nötig, wenn man bedenkt, daß alle 10 - 20 km ein hoher Mast – oft auf einem Kirchturm oder einem anderen hohen Bauwerk – mit einigem Drum und Dran errichtet werden mußte. An der Spitze dieser Masten waren ein großer und zwei kleine Balken drehbar gelagert. Alle drei Balken waren über Seile mit der darunterliegenden Beobachtungsstation verbunden. Von unten konnte man also, wenn man an den richtigen Rädern drehte, die Balken oben einzeln bewegen, so daß sich immer verschiedene Stellungen ergaben. Auf dem Bild sind die Möglichkeiten gestrichelt ausgezeichnet. Ihr seht, daß die einzelnen Balken entweder horizontal, senkrecht oder unter einem Winkel von 45 ° gestellt werden konnten. Das ergibt, vielleicht rechnet ihr es einmal nach, insgesamt 196 mögliche Kombinationen, denn 7 Möglichkeiten mit dem kleinen rechten Balken, 7 mit dem linken und 4 mit den großen Hauptbalken, also  $7 \times 7 \times 4$ .



Jeder Stellung der drei Balken war eine Zahl zugeordnet, wie ihr das in dem kleinen Bild erkennen könnt: Dort sind natürlich nur wenige Beispiele herausgezeichnet. Jeder Zahl entsprach ein Buchstabe, ein Wort oder auch ein oft gebrauchter Satz. Die Sendestation und der Empfänger hatten je ein Buch zur Hand, wo alle Zeichen mit der entsprechenden Bedeutung niedergeschrieben waren. Das hatte einige Vorteile, wie wir sehen werden.





Überlegen wir uns zuerst einmal, wie das überhaupt mit der Nachrichtenübermittlung funktionierte. Nehmen wir an, wir wollten von Paris nach Marseille eine kurze Nachricht senden, z. B., daß das Schiff auslaufen kann. Die Strecke ist ungefähr 800 km lang, und es müßten daher etwa (bei gutem Wetter kann man höchstens 20 km weit sehen – nehmen wir also einen Mittelwert von 15 km) mindestens 50 Balkenstationen mit Wachposten (je Station 2 Mann) besetzt sein. Nun nimmt der Mann in der Sendestation in Paris sein Codebuch zur Hand und schaut nach, welche Kombinationen zu den Wörtern „Schiff“, „kann“ und „auslaufen“ gehören. Ist dies gefunden, so dreht er nacheinander seine Balken in die entsprechenden Stellungen. Der nächste Posten sieht dies und macht alles genauso nach, der nächste ebenso, bis die Nachricht in Marseille angekommen ist. Dort nimmt der Empfänger sein Codebuch zur Hand und schaut nach, was die gesendeten Zeichen zu bedeuten haben.

Das ganze System erinnert ein bißchen an die persischen Rufposten, und es hat Vor- und Nachteile. Die Nachteile liegen natürlich darin, daß man nur bei gutem Wetter (denn sonst sieht man ja nichts) senden kann und daß für Paris-Marseille immerhin noch 100 Mann nötig sind. Der große Vorteil liegt aber darin, daß nicht jeder die gesendete Nachricht – auch die einzelnen Zwischenstationen nicht – entschlüsseln konnte, denn nur der konnte mit den verschiedenen Balkenstellungen etwas anfangen, der das Codebuch zur Hand hatte. Hatte es doch einmal jemand herausgefunden, dann konnte man schnell die Zahlen und ihre Bedeutungen umdrehen und die Bücher am Send- und Empfangsort erneuern.

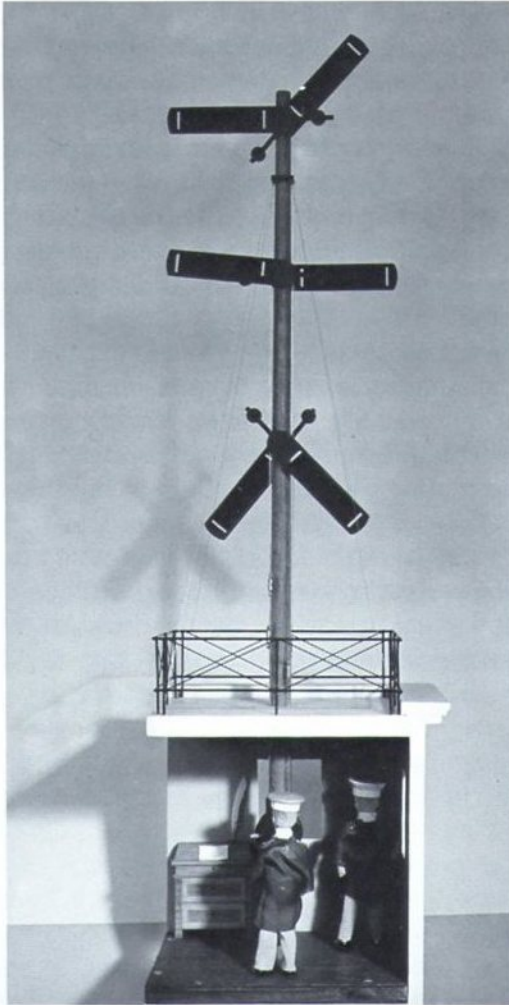
Außerdem ging es schon ziemlich flott mit der Übertragung. Man rechnete aus, daß mit dem Chappé'schen Telegrafen höchstens 3 Zeichen pro Minute übertragen werden konnten. Das macht für unsere aufgenommene Nachricht – vorausgesetzt, alles klappt bestens – etwa 1 Stunde Sendezeit. Ganz schön schnell, finde ich.



Dieses Nachrichtensystem scheint ganz gut funktioniert zu haben, denn die umfangreichen Telegrafenlinien blieben über 50 Jahre (genau: bis 1852) in Betrieb. Auf dem Bild könnt ihr sehen, welche Strecken damals existierten. Die vielen Zwischenposten sind dort natürlich nicht eingetragen.

Auch in Deutschland baute man eine optische Telegrafenstrecke (1832 - 1849 in Betrieb) von Koblenz über Köln nach Berlin. Das System arbeitete nach dem gleichen Prinzip, nur waren hier 6 kurze Balken in drei Etagen angeordnet (siehe Bild), die von unten einzeln drehbar waren. Auch bei dem Preußischen Telegrafen entsprach jede Balkenstellung einer Zahl, deren Bedeutung man in einem Codebuch nachsehen mußte.





Die optische Telegrafenstrecke in Preußen (1832–1849). Oben ein Modell einer Sendestation. Unten eine noch existierende Station, die man in Leverkusen-Flittard besichtigen kann.



## Jetzt wird's elektrisch

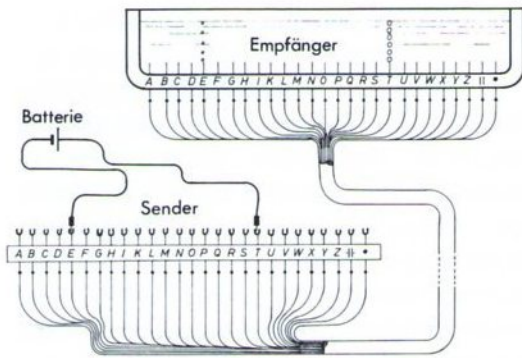
Es ist sicherlich verständlich, daß die Erfinder der damaligen Zeit mit diesen optischen Telegrafan nicht zufrieden waren, denn es dauerte doch immer noch sehr lange, eine Nachricht über weite Strecken zu bringen, und vor allem konnte man höchstens 6 Stunden am Tag telegrafieren, dann war die Sicht weg. Im Winter war die Zeit noch kürzer.

Dagegen scheint die Erfindung des Samuel Thomas von Sömmering aus dem Jahre 1809 schon als sehr modern, wenn man die anderen damals existierenden Telegrafan damit vergleicht.

Doch zuerst etwas über die Vorgeschichte. Als Professor für Anatomie und Physiologie an der Universität München interessierte sich von Sömmering für die allerneuesten Entwicklungen auf dem Gebiete der Elektrizität. Damals wußte man noch nicht sehr viel von diesen „Wunderkräften“. Der Physiker Volta (nach dem die Einheit der elektrischen Spannung, z. B. 220 Volt, benannt ist) hatte wenige Jahre vorher ein Gerät gebaut, mit dem man elektrische Energie speichern konnte; die sogenannte Volta'sche Säule. Man kann dies am besten mit einer heutigen Batterie vergleichen. Nach dieser Erfindung von Volta war es endlich möglich, jederzeit mit dem elektrischen Strom zu experimentieren, denn Steckdosen, wie wir sie heute überall haben, gab es damals ja noch nicht.

Von Sömmering stellte eine ganze Menge Versuche mit dieser Volta'schen Säule an, und so konnte er bald einen Telegrafan vorstellen, der an kein Wetter mehr gebunden war und viel schneller eine Nachricht übermittelte. Er nahm als Empfänger ein schmales Glasgefäß, ähnlich wie ein ganz dünnes Aquarium. In den Boden steckte er 27 Metallstifte, die etwa 2 cm in das Glasgefäß hineinragten,





verschloß die Löcher dicht mit Kitt, so daß kein Wasser auslaufen konnte, und verband jeden Metallstift mit einer eigenen Leitung, die in einem dicken Kabelstrang bis zum Sender führte. Jetzt wurde das Mini-Aquarium mit Wasser aufgefüllt und eine Prise Salz dazugegeben. Wir werden noch sehen, für was das gut war.

Auf der Senderseite verband man dann, wenn die Übertragung der Nachricht statt-

finden sollte, die beiden Anschlüsse der Batterie (Volta'sche Säule) mit zwei Leitungsenden. Jetzt konnte über die Leitungen und das Wasser im Aquarium Strom fließen. Vielleicht habt ihr in der Schule schon etwas von der Elektrolyse gehört, wenn nicht, dann kommt ihr bestimmt noch dahin und denkt mal zurück an diesen Telegrafen. Nun, bei der Elektrolyse wird das Wasser vom elektrischen Strom in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Voraussetzung ist aber, daß man vorher das Wasser elektrisch leitfähig gemacht hat, und dies ist der Grund für die Prise Salz. Nun, in der Praxis sieht es jedenfalls so aus, daß sich über den beiden Metallstiften, die mit der Batterie verbunden sind, Bläschen bilden, und zwar an dem Stift, der mit dem Minuspol der Batterie verbunden ist, doppelt so viele Bläschen wie an dem anderen Stift.



*Der elektrolytische Telegraf von Sömmering (1809); zu sehen im Deutschen Museum, München, oder als Modell an der Technischen Hochschule Aachen.*



Die Person am Empfänger brauchte also nur den Stift zu suchen, wo sich die meisten Bläschen bildeten, und darunter konnte er den Buchstaben ablesen. Auf der Senderseite steckte man die Anschlüsse wieder um, und zwar den Minuspol der Batterie auf den Buchstaben, der gesendet werden sollte. Der Beobachter am Empfänger suchte die Stelle, wo es dann schön blubberte, und hatte den nächsten Buchstaben gefunden. So ging das dann weiter, bis die Nachricht komplett übertragen war. Für diejenigen unter euch, die eben bei der Erklärung der Elektrolyse nicht so ganz mitkamen, empfehle ich, einfach den kleinen Versuch nachzubauen, den ich euch gleich beschreiben werde. Dabei kann man eine ganze Menge lernen, und vor allem könnt ihr damit eure Eltern und Freunde verblüffen. Fragt sie einfach einmal, was passiert, wenn ihr das und jenes tut.

Zuerst brauchen wir ein ganz normales Wasserglas, das etwa zu 3/4 mit Leitungswasser gefüllt wird. Dann besorgt ihr euch eine 4,5-Volt-Flachbatterie; die ist billig und gibt es in jedem Elektro-Geschäft zu kaufen. Zwei kurze Drähte, die ihr sicher in der Rumpelkiste findet, werden auf der Batterieseite einmal mit dem Pluspol und zum anderen mit dem Minuspol verbunden. Ihr könnt die Drähte am einfachsten mit je einer Büroklammer befestigen. So, jetzt kommt der große Augenblick. Die beiden Drähte werden ins Wasser getaucht. Beobachtet ganz genau, was passiert. Ihr werdet feststellen, daß an dem Draht, der mit dem Minuspol verbunden ist, sich schon ganz leicht Bläschen bilden. Jetzt ist es Zeit für den Trick mit dem Salzstreuer. Gebt etwas Salz in das Wasser und wartet einen Augenblick, bis alles gelöst ist. Ihr werdet erstaunt sein, wie schnell und auffällig die Luftbläschen am Minuspol hochsteigen. Wenn wir nun 27 verschiedene Drähte in das Glas stecken

würden und jeden Draht mit einem eigenen Buchstaben versehen würden, nun, dann wäre unser Telegraf aus dem Jahre 1809 auch heute noch betriebsbereit.

Noch ein Tip: seid nicht traurig, wenn nach einer Zeit das schöne Sprudeln aufgehört. Denn der Draht, der mit dem Pluspol der Batterie verbunden ist, wird nach und nach immer schwärzer; man sagt dazu: er oxydiert. Dies bedeutet aber gleichzeitig, daß kein Strom mehr fließen kann und die Bläschenbildung aufhören muß. Von Sömmering wußte damals schon einen Ausweg, allerdings eine recht teure Lösung. Er nahm als Kontakte im Wassertrog echte Goldstifte, die dann nicht mehr oxydierten, so daß man tagelang ohne Störung senden konnte.

Dieser Luftbläschentelegraf stellte einen echten technischen Fortschritt dar, denn immerhin konnte man jetzt – gleichgültig, welches Wetter draußen herrschte – Tag und Nacht Nachrichten übertragen. Doch er fand keine allzu große Bedeutung, denn man mußte zwischen Sender und Empfänger mindestens 27 Kabel verlegen. In der damaligen Zeit war die Technik noch nicht so weit fortgeschritten, daß man einigermaßen billig isoliertes Kabel herstellen konnte.

Selbst der größte Vorteil, den der Sömmering'sche Luftbläschenapparat schon damals bot, konnte die Ingenieure nicht dazu bewegen, den Telegrafen im großen Maßstab einzusetzen. Von Sömmering hatte nämlich schon eine automatische Weckvorrichtung vorgesehen, bei der man durch ein Klingelzeichen darauf aufmerksam gemacht wurde, daß eine Nachricht zu erwarten war. In dem Bild ist das einfache Prinzip dargestellt.

Hauptteile dieser Vorrichtung sind ein kleines Löffelchen, eine Kugel, ein Trichter und eine Glocke. Zuallererst wurde von der Sendestation der Buchstabe an die Batterie angeschlossen, der sich direkt



unter dem Löffelchen befand. Die Bläschen stiegen auf und sammelten sich unter der Löffelhöhhlung. Damit entstand Auftrieb, der Löffel ging hoch, die lose auf der Achse befindliche Kugel rutschte runter, fiel durch den Trichter und auf die Metallglocke. Bing – machte es, und man wußte Bescheid, daß es losgehen sollte.

Im Vergleich mit den anderen Telegrafien, die wir vorher besprochen haben, war diese Weckvorrichtung schon eine technische Sensation. Denn bei allen anderen Systemen mußte man ständig auf der Hut sein, ob der Vordermann irgendwann einmal zu senden begann. Fiel eine Station aus, weil der Posten vielleicht gerade eingeschlafen war oder die Balken klemmten, so war die ganze Telegrafienstrecke unterbrochen, und die Nachricht konnte nie beim Empfänger ankommen.

Wir wollen jetzt das Gebiet der Telegrafie verlassen, obwohl ich euch dazu noch eine ganze Menge anderer Geräte mit völlig anderer Funktion nennen könnte. Aber dies würde in dem Buch so viel Platz einnehmen, daß für die vielen anderen Erfindungen, die wir noch besprechen wollen, gar kein Platz mehr wäre. Aber vorerst bleiben wir noch bei der Nachrichtenübermittlung und wollen jetzt gemeinsam versuchen, das „Telephon“ zu erfinden.

Das Wort Telephon heißt übersetzt „Fernsprecher“, und „fernsprechen“ zu können, war schon immer der Traum aller Menschen gewesen. Sich quasi über alles unterhalten zu können, so als säße man zusammen am Wohnzimmertisch, ist natürlich viel besser als die langwierige Telegrafiererei, bei der man Zeichen für Zeichen senden mußte und die Antwort erst nach Stunden oder Tagen eintraf. Aber es war ein ziemlich langer Weg, bis das Telefon so gut funktionierte und so einfach zu bedienen war, wie ihr es heute kennt.

## Die Erfindung des Fernsprechers

Am 26. Oktober 1861 sprach der Naturkundelehrer Philipp Reis im Physikalischen Verein zu Frankfurt am Main „über Telefonie durch den galvanischen Strom“, was soviel heißt wie das Fernsprechen mit Hilfe des elektrischen Stroms. Im Verlauf seines Vortrages führte er den versammelten Wissenschaftlern vor, wie man Schallschwingungen, die durch menschliche Sprache oder durch Musik entstehen, bis in andere Räume übertragen kann. Die Versammlung war verblüfft, denn so etwas hatte man noch nie gesehen, geschweige denn gehört.

Die Apparatur, die Philipp Reis in verschiedenen Räumen aufgebaut hatte, war noch recht einfach und funktionierte mehr schlecht als recht. Ich will versuchen, euch zu erklären, wie Philipp Reis auf die Idee für diesen Fernsprecher kam, und dann natürlich auch, wie er ihn verwirklicht hat.



Philipp Reis



Philipp Reis wurde 1834 in Gelnhausen geboren. Er mußte auf Anordnung seines Vormundes seine Schulausbildung vorzeitig abbrechen, um Kaufmann zu werden. Sein Wunsch war es aber immer, an der Technischule in Karlsruhe zu studieren. Und so verließ er direkt nach Abschluß seiner Lehrzeit die kaufmännische Laufbahn wieder, um Lehrer für naturwissenschaftliche Fächer zu werden. 1858 war es dann soweit – er wurde in Friedrichsdorf im Taunus angestellt. In seiner Freizeit beschäftigte er sich immer und immer wieder mit dem menschlichen Ohr. 1860 schnitzte er ein solches Ohr haargenau aus Holz nach, um genau herauszukriegen, wieso der Mensch damit so gut hören kann. Denn wenn man Sprache übertragen will, so muß man zuerst einmal wissen, wie der Hörvorgang überhaupt vor sich geht.



Vielleicht wißt ihr schon einiges über das Ohr. Die Ohrmuschel fängt den Schall aus der Luft auf und leitet ihn in den Gehörgang. Dann geht es plötzlich nicht mehr weiter, denn der Gehörgang ist mit dem Trommelfell abgeschlossen, wovon ihr sicher schon gehört habt. Dieses Trommelfell ist ein ganz dünnes, festgespanntes Häutchen, das von den Schallwellen ein wenig hin- und herbewegt wird. Es

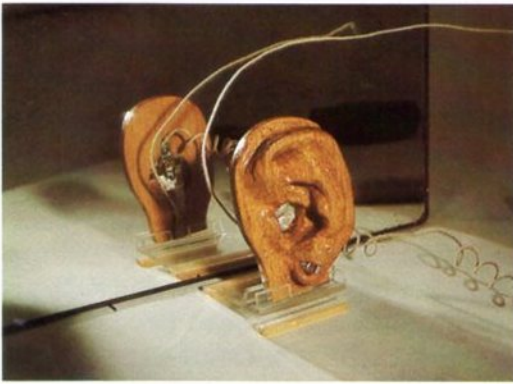
gerät in Schwingungen, und zwar in sehr schnelle, wenn der Ton ziemlich hoch ist, und es schwingt langsam, wenn der Ton tief ist.

Auf der inneren Seite des Trommelfells werden diese Schwingungen vom sogenannten Hammer, Amboß und Steigbügel (den 3 Gehörknöchelchen) fortgeleitet, so daß die Bewegung des Trommelfells auf die Schnecke übertragen werden kann. Darin befindet sich eine Flüssigkeit, die ebenfalls ins Schwingen gerät und den Gehörnerv erregt, so daß wir schließlich mit Hilfe unseres Gehirns den Ton hören können.

Das hört sich ziemlich kompliziert an, aber keine Angst, wir benötigen das nicht alles für unser Telefon, uns genügt es, wenn wir uns noch ein bißchen mit dem Trommelfell und dem dahinterliegenden Hammer beschäftigen, genauso, wie es Philipp Reis getan hat.

Ich sagte eben, daß das Trommelfell in Schwingung gerät, wenn Schall dagegenstößt. Nun, das dürfte für euch nicht allzuschwer zu begreifen sein. Denkt nur einmal daran, wie die Vorderseite beim Radio oder bei der Lautsprecherbox zu schwingen beginnt, wenn die Musik lauter gedreht wird. Noch nicht probiert? Dann wird es aber Zeit. Ihr werdet sehen, daß ihr die Schwingebewegung ganz schön in den Fingern spürt, wenn ihr die Vorderseite des Gehäuses nur ganz leicht berührt. So, jetzt zurück zum Telefon – Philipp Reis hatte die Idee, daß man dieses Schwingen zur Sprachübertragung ausnutzen könne. Und zwar muß man hinter das Trommelfell einen ganz feinen Kontakt machen (ähnlich wie der Hammer im Ohr), der bei jedem „Hin“ der Schwingung den Kontakt berührt und einen Stromkreis einschaltet. Bei jedem „Zurück“ der Schwingung wird der Stromkreis wieder ausgeschaltet. Also bei einem hohen Ton wird ganz schnell ein- und ausgeschaltet – bei einem





Das Ohrmodell von P. Reis; vor einem Spiegel fotografiert.

tiefen Ton geht dieser Schaltvorgang entsprechend langsamer.

Das müßte funktionieren; aber stellt euch vor, wie genau das alles eingestellt sein muß, denn die Schwingung bewegt das Trommelfell noch nicht einmal einen Millimeter hin und her.

Reis hat es jedenfalls geschafft. Zwar benutzte er bei seinem Vortrag kein Ohr mehr, sondern er hatte sich aus Holz einen etwas größeren Trichter gebaut, der die Schallwellen auffing. Als Trommelfell nahm er ein Stückchen einer Schweineblase, die sehr dünn und beweglich ist. In die Mitte dieser gespannten Blasenhaut klebte er ein kleines Metallplättchen – das war der eine Kontakt. Der zweite Kontakt, eine Metallspitze, war über eine Feder mit dem Gehäuse verbunden. Mit einer Einstellschraube konnte man den Abstand der Metallspitze von dem Metallplättchen ganz genau festlegen. Am Anfang stellte Philipp Reis die Spitze so, daß sie gerade keinen Kontakt mit dem Metallplättchen hatte, es konnte deshalb auch kein Strom fließen, der Schalter war offen. Sprach man jetzt gegen das künstliche Trommelfell, so drückte die gespannte Schweineblase das Metallplättchen gegen die Spitze, und der Kontakt war da, der Schalter war geschlossen. Je nachdem, wie man

sprach, ging dieser Schaltvorgang schnell oder langsam vor sich. Das müßte eigentlich funktionieren, wenn es uns gelingt, auch noch ein Empfangsgerät zu basteln. Jetzt wird's noch einmal schwer.

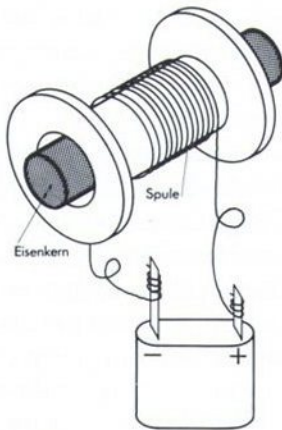
Es tut mir leid, daß wir jetzt noch nicht sofort telefonieren können. Wir müssen uns zuerst noch etwas Wissen aneignen. Auf der einen Seite, auf der Senderseite, haben wir also einen elektrischen Kontakt zur Verfügung, mit dem wir irgend etwas Elektrisches ein- und ausschalten können. Aber was?

Nun, ich will es vorwegnehmen: eine Art Elektromagnet. Viele von euch werden es schon wissen, was das ist. Nimmt man ein Holzröhrchen und wickelt darauf dünnen Draht in mehreren Schichten, so erhält man eine elektrische Spule. Legt man nun noch zusätzlich einen Eisenstab in die Rohröffnung und schickt durch den Draht, z. B. aus einer Batterie, einen elektrischen Strom, so wird der Eisenstab ganz plötzlich magnetisch, er wird zum Elektromagneten, und ihr könntet z. B. Nadeln vom Boden damit aufheben oder einen leichten Eisengegenstand daranhängen. Schaltet man den Strom wieder ab, so ist auch die magnetische Wirkung verlorengegangen.



Das künstliche Ohr mit der Schweineblase als Trommelfell.



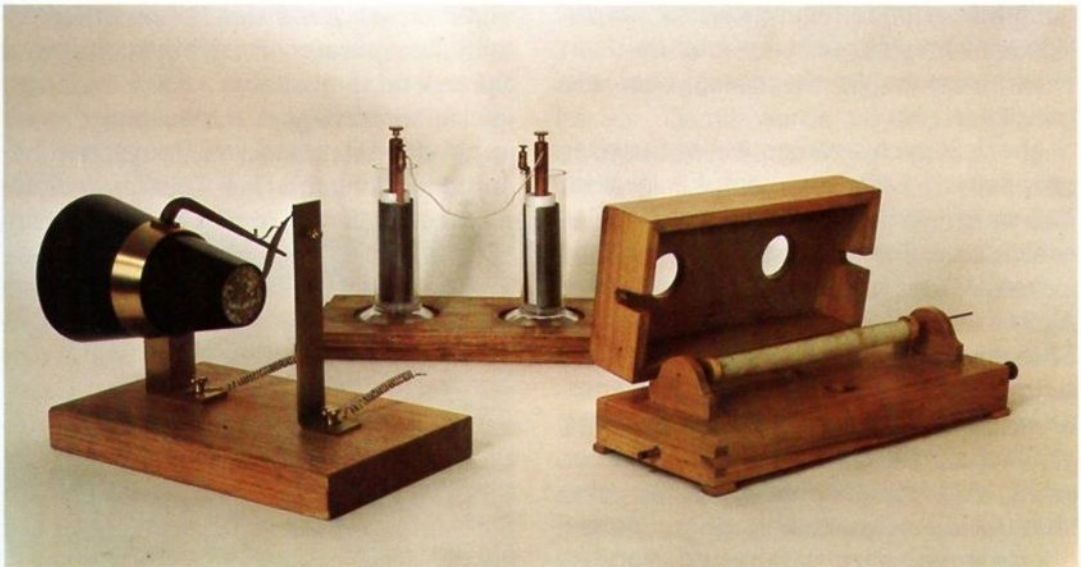


Die Spule als Elektromagnet.

Und noch etwas muß man wissen. Schaltet man den Strom ein, so zieht sich der Eisenstab in sich selbst ein wenig zusammen. Das kann man mit dem bloßen Auge nicht beobachten, weil es nur ganz, ganz kleine Bewegungen sind. Schaltet man aus, so dehnt sich der Stab wieder in seine alte Länge aus. Man nennt diesen Vorgang Magnetostriktion, für die unter euch, die es genau wissen wollen.

Philipp Reis wickelte sich für seinen Empfänger eine lange Spule, wie ihr sie unten seht, und steckte als Eisenkern eine Stricknadel durch die Öffnung, die an den beiden Enden auf Holzböden festgemacht wurde. Schickte man einen Strom durch die Spule, so zog sich der Stab ein wenig zusammen, öffnete man den Kontakt, dehnte er sich wieder aus. Wurde das Schließen und Öffnen immer schneller, so begann das Holz, auf dem die Spule und der Stab montiert waren, zu schwingen. Um das Schwingen als Schall hörbar zu machen, schloß man den Deckel über der Spule und hatte somit einen sogenannten Resonanzkörper geschaffen (wie bei einer Gitarre), der den Ton lauter machte.

So, das Telefon ist fertig. Wir brauchen nur noch eine Batterie dazwischenschalten, und es geht los. Das Ein- und Ausschalten der Spule übernehmen vollautomatisch die beiden Kontakte auf der Senderseite, und zwar schalten sie genau im Rhythmus der Sprache, die in den Trichter gesprochen wird, wie wir ja vorhin schon besprochen haben.



Die komplette Telefonanlage von Philipp Reis. Links der Sprechapparat, rechts der Empfänger mit der Spule, im Hintergrund die Batterie.



Ich hatte vor einiger Zeit das große Glück, mit einem Nachbaumodell experimentieren zu können, und muß gestehen, daß die Qualität nicht besonders war; man mußte schon ganz genau hinhören, um etwas verstehen zu können.

Diese schlechte Qualität war sicherlich auch der Grund dafür, daß Philipp Reis sich mit seinem Telefon nicht durchsetzen konnte. Es existierten zwar einige Exemplare, die von dem Frankfurter Mechanikus I. W. Albert mit viel Liebe gebaut wurden, jedoch an eine praktische Verwertung dachte noch niemand.

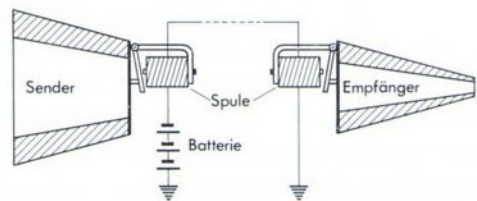
Mehrere Reis'sche Geräte wurden in den darauffolgenden Jahren vor allem für Versuche und Demonstrationen in England und Amerika benutzt. 1865 wurde ein solcher Apparat dem Zaren Alexander II. in Petersburg vorgeführt, der aber offensichtlich auch nicht erkannte, daß das Telefon einmal zu einem neuen technischen Gerät werden konnte, das jedermann und überall zur Verfügung steht. Als Reis Anfang 1874 starb, schien sein Fernsprecher weitgehend vergessen zu sein. Erst 1877 wurde das Telefon in Amerika nochmals erfunden – und gleich zweimal. Von diesem Zeitpunkt an trat es dann einen ungeahnten Siegeszug über die ganze Welt an.

Aber laßt mich erzählen, wie es zu dieser „doppelten“ Erfindung kam, ich glaube, daß es fast ein einmaliger Fall in der Geschichte der Technik ist.

Der 1874 in Edinburgh geborene Alexander Graham Bell studierte alte Sprachen, später auch Anatomie und Physiologie. 1870 wanderte er mit seinen Eltern nach Kanada aus und wurde 1871 als Taubstummenlehrer nach Boston berufen. 1873 übernahm er dort einen Lehrstuhl für Sprechtechnik und Physiologie der Stimme, also die besten Voraussetzungen, um sich auch mit dem Problem des Fernsprechers zu beschäftigen. Am

14. Februar 1876 reichte er eine Patentanmeldung beim Amerikanischen Patentamt ein, in der ein Telefonsystem beschrieben war.

Nur zwei Stunden später beantragte der 1835 im Staate Ohio geborene Elisha Gray ein Patent auf ein „neues Verfahren für die telegraphische Übermittlung von Sprachlauten“. Gray hatte sich schon während seiner Lehrzeit als Tischler mit vielen damals akuten Problemen der Technik befaßt; sein besonderes Interesse galt elektrischen Versuchen, und 1874 wurde ihm in England ein Patent für die Übermittlung musikalischer Töne durch „Elektrizität“ erteilt.

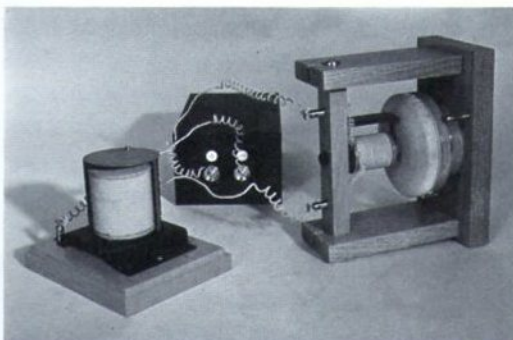


Die Patentanmeldung von Bell.

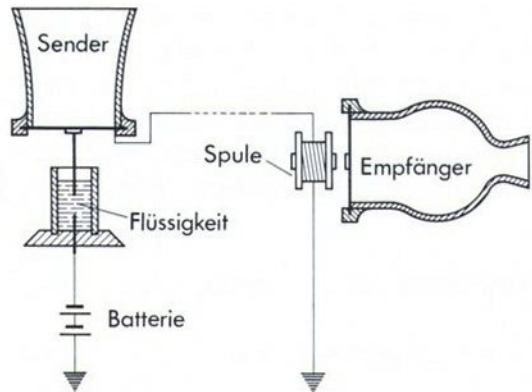
Bei dem System von Bell und bei dem Telefon von Gray waren die grundlegenden Gedanken von Philipp Reis übernommen worden. In der Bellschen Patentanmeldung waren zur Übertragung von Sprachlauten als Sender und Empfänger je ein Elektromagnet vorgesehen, den wir ja bei der Erfindung von Reis schon besprochen haben. Das Telefon funktionierte so, daß man in den Trichter sprach und damit die dünne gespannte Haut, die man auch als „Membran“ bezeichnet, in Schwingungen versetzte – wie bei dem Apparat von Philipp Reis. Nur wurde hier kein elektrischer Kontakt betätigt, sondern ein sogenannter Anker hin- und herbewegt. Auf der anderen Seite, beim Empfänger, war das gleiche Prinzip nochmals aufgebaut. Es ist nicht ganz leicht zu verstehen, was bei der Übertragung elektrisch passiert. Ich will es in kurzen Worten probieren. Wenn ihr euch das Schaltbild



(Bild) genau ansieht, so erkennt ihr, daß beide Elektromagneten, also beim Sender und beim Empfänger, vom Strom der Batterie durchflossen sind. Spreche ich nun auf einer Seite auf die Membran des Trichters, so wird der kleine Anker aus Eisen hin- und herbewegt. Damit tritt gleichzeitig eine Änderung im Stromfluß des Magneten auf, die sich bis auf die andere Seite, zu dem zweiten Elektromagneten fortsetzt, so daß dort der kleine Metallanker ebenfalls, und zwar im selben Takt, hin- und herbewegt wird. Dieses Hin und Her wird auf die zweite Membran übertragen, die jetzt Schallwellen – und zwar den gesprochenen Ton der anderen Seite – ausstrahlt. Beim Empfänger seht ihr, daß der Trichter hier umgekehrt geformt ist, er läuft nach außen hin spitz an. Dies diente der Bündelung der Schallwellen, so daß man den Empfänger direkt an den Gehörgang halten konnte und somit die gesprochenen Worte einigermaßen laut verstehen konnte. Das Prinzip der Änderung des Stromflusses in einem Elektromagneten, wenn man einen Eisenstab davor bewegt, ist leider nicht einfach zu erklären, ihr müßt es mir hier einfach glauben. Später werdet ihr in der Schule dieses Gebiet bestimmt noch durchnehmen. Denkt bei der „magnetischen Induktion“ dann einmal zurück an die ersten Telefon-Apparate.



Ein Versuchsmodell von Graham Bell, rechts der Sprechapparat, links die Spule.



Aus der Patentanmeldung von Gray 1876.

Nun noch zu dem Apparat von Gray. Er sieht als Empfänger eine ganz ähnliche Anordnung wie Bell vor – ein Elektromagnet, der ein Metallplättchen, das auf die Trichtermembran aufgeklebt wurde, hin- und herbewegt. Der Sender bestand dagegen aus einem Röhrchen, in das eine bestimmte Flüssigkeit eingefüllt wurde, wir würden heute dazu sagen, daß es sich dabei um einen Flüssigkeitswiderstand handelte. Ihr seht auf dem Bild, daß von der Membran ein kleiner Stift in die Flüssigkeit hineinragt. Spricht man in den Trichter, so bewegt sich der Stift mehr oder weniger in die Flüssigkeit hinein oder heraus. Damit wurde bewirkt, daß der Strom aus der Batterie mehr oder weniger stark fließen konnte, so daß auf der Empfängerseite der Elektromagnet das Blättchen auf der Membran ebenfalls mehr oder weniger anzog, so daß man den abgestrahlten Schall hören konnte. Das Telefon war jetzt zumindest so weit erfunden, daß man praktisch etwas damit anfangen konnte. Bis zu den heutigen modernen Apparaten war es allerdings noch ein weiter Weg. Aber das Wichtigste bei jeder Erfindung ist, daß zuerst einmal das Prinzip gefunden wird, und dies haben wir gleichermaßen den Herren Reis, Bell und Gray zu verdanken.



Nun, zum Schluß dieses Kapitels möchte ich euch noch eine tolle Bastelidee beschreiben, bei der ihr kaum Bauteile benötigt und – wenn alles richtig gemacht wurde – ihr sogar damit von Zimmer zu Zimmer telefonieren könnt.

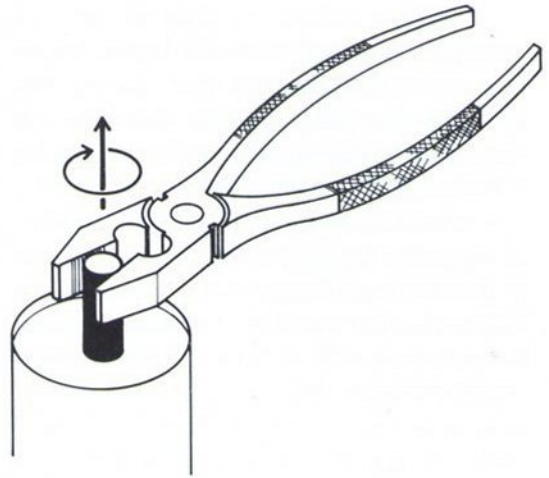
## Ein Telefon aus Kohlestäbchen

Was braucht man dazu?

1. eine Zigarrenkiste aus Holz oder ein ähnliches Kästchen (ich werde das nachher viel genauer erklären),
2. ein paar (mindestens 3) leere Rundbatterien, wie Monozellen oder Babyzellen,
3. eine volle 4,5-Volt-Flachbatterie,
4. einen Kleinlautsprecher (8 - 25 Ohm) oder einen Ohrhörer von einem Batterieradio,
5. einige Meter dünnen, isolierten Draht (Klingeldraht oder Litze), Klebeband.
6. an Werkzeug: 1 Messer, 1 Kombizange.

So, jetzt geht es los.

Ich will zuerst einmal erklären, was es mit den alten Batterien auf sich hat, die ihr euch besorgen sollt. Unter der kleinen runden Kappe aus Metall, dem Pluspol, versteckt sich nämlich ein ziemlich langer Kohlestab. Auf den kommt es bei unserem Telefon an. Wir müssen versuchen, diesen Stab möglichst unbeschädigt aus dem Gehäuse der Batterie herauszuziehen. Am besten geht es, wenn ihr zuerst vorsichtig mit der Zange und dem Messer den äußeren Mantel abzieht, so daß der Pluspol frei wird. Mit dem Messer entfernt ihr dann die Plastikhaube und versucht, mit der Zange ganz vorsichtig und langsam den Kohlestab herauszuziehen. Das wird vielleicht am Anfang noch nicht so ganz klappen, deshalb ist es günstig, wenn ihr euch ein



Mit der Zange holt man den Kohlestab aus der Batterie.

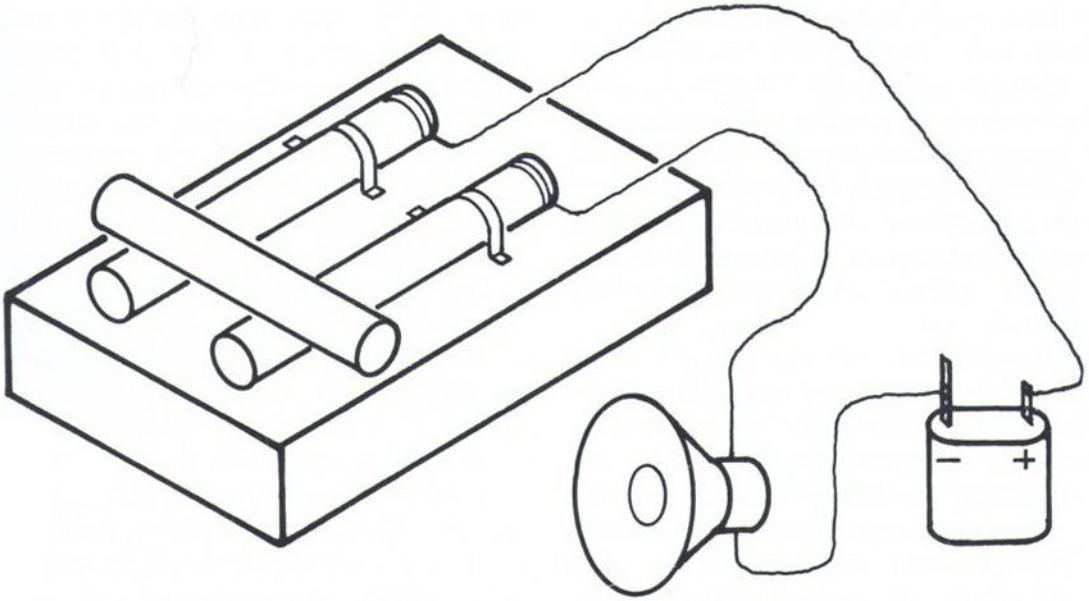
paar zusätzliche Batterien zum Probieren besorgt. Übrigens: die Batterien müssen nicht unbedingt leer sein; man kann auch den Kohlestab einer vollen Batterie nehmen (nur ist es schade, daß dann die Batterie kaputt ist).

Insgesamt benötigen wir drei Kohlestäbchen.

Bei allen Erfindungen des Telefons von vorhin haben wir gesehen, daß ein dünnes Häutchen als Membran gespannt wurde, um die Schallwellen in Schwingungen zu verwandeln. Wir machen das viel einfacher und nehmen als sogenannten Resonanzkörper eine einfache Zigarrenkiste aus Holz. Es geht auch mit einem entsprechend großen Kunststoffkasten, der möglichst dünne Wandungen haben sollte, damit er gut schwingen kann.

Ihr müßt nachher einfach probieren, womit es am besten geht.

Auf die Zigarrenkiste (zu öffnender Deckel nach unten) legen wir dann die drei Kohlestäbe in der Form, wie sie in dem Bild zu sehen ist. Die beiden nebeneinanderliegenden Stäbchen können wir mit etwas Klebeband auf der Kiste befestigen, der dritte Stab, der querliegt, wird nur lose aufgelegt. Die beiden Drähte an den Stäb-



Die Schaltung des Telefons Marke „Eigenbau“. Links die Kiste mit den 3 Kohlestäben, rechts die Batterie, in der Mitte der Lautsprecher.

chen können einfach darumgewickelt, oder mit einer Büroklammer befestigt werden. Doch dazu noch mehr am Schluß. Unser Sprechapparat, oder fachmännischer: das Mikrofon, ist damit schon fertig.

### Der Empfänger

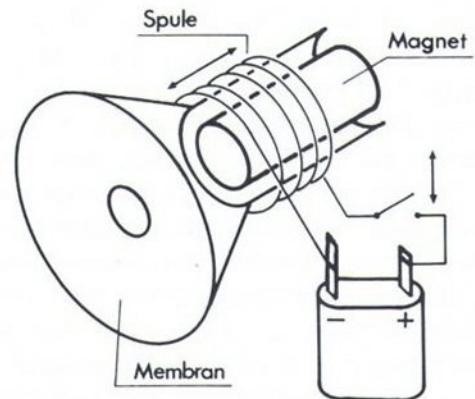
Wir wollen ja das, was wir in unser selbstgebautes Mikrofon sprechen, auf der anderen Seite (im Nebenzimmer oder im Keller) hörbar machen. Dazu können wir entweder einen kleinen Lautsprecher oder einen Ohrhörer nehmen, den ihr bestimmt irgendwo in der Wohnung findet. Wenn nicht, so kann man ihn in jedem Elektrobastelgeschäft für wenig Geld kaufen.

Der Lautsprecher funktioniert gerade umgekehrt wie das Mikrofon, er verwandelt also elektrische Schwingungen in Schallwellen zurück.

Dazu muß ich wieder einiges erklären. Paßt genau auf, denn dabei könnt ihr viel von dem Prinzip der alten Telefone, die mit Elektromagnet funktionieren, verstehen.

Ein Lautsprecher hat 3 wichtige Bauteile:

1. einen Magneten
2. eine Spule und
3. eine Membran (aus schwarzem Papier, das wie ein Trichter geformt ist).



Das Prinzip eines Lautsprechers.



Na, so ganz unbekannt ist euch das ja alles nicht mehr. Schickt man durch die Spule einen Strom, zum Beispiel aus einer Batterie, so wird aus der Spule ein Elektromagnet, der sich ähnlich verhält wie ein normaler Magnet, z. B. ein Hufeisen – oder ein Stabmagnet. Die magnetische Wirkung bleibt aber nur so lange erhalten, wie der Strom fließt. Schaltet man ab, so ist die Wirkung weg.

Vielleicht wißt ihr, daß sich Magnete anziehen oder abstoßen, je nachdem, mit welchem Pol, dem Süd- oder Nordpol, man sich dem anderen Magneten nähert. Sie stoßen sich ab, wenn zwei gleiche Pole – sie ziehen sich an, wenn zwei ungleiche Pole zueinander bewegt werden. So, jetzt überlegt mal: was passiert, wenn durch die Spule Strom fließt und dadurch die Spule zum Magneten wird? Nun, es ist eigentlich klar, daß der Elektromagnet und der Dauermagnet sich entweder abstoßen oder anziehen, je nachdem, wie die Nord- und Südpole angeordnet sind. Auf jeden Fall passiert folgendes: die Membran, auf der die Spule befestigt ist, wird nach hinten oder nach vorne gezogen. Wird der Strom ausgeschaltet, so ist die Magnetwirkung weg, und die Membran rutscht wieder in die Ruhelage zurück. Schaltet man ganz schnell hin und her, so wird ein Ton hörbar; die Membran schwingt in dem Rhythmus, wie man schaltet. So, jetzt wollen wir einmal kombinieren. Schaut euch dazu das Schaltbild unserer kompletten Telefonanlage an.

Der Strom fließt vom Pluspol der frischen 4,5 Volt Flachbatterie über die Kohlestäbe zur Spule des Lautsprechers und zurück zum Minuspol der Batterie. Der quergelegte Kohlestab ist dabei wie ein Schalter anzusehen. Nimmt man den Kohlestab weg, so kann kein Strom fließen, legt man ihn auf die beiden anderen, so ist der Stromkreis geschlossen, und die Spule wirkt wie ein Elektromagnet,

und die Membran bewegt sich nach vorne oder hinten. Sprecht ihr nun auf die Kiste, so beginnt sie im Rhythmus eurer Sprache zu schwingen. Dadurch wird der quergelegte Kohlestab auf- und abbewegt, und er schaltet mit dieser Bewegung den Stromkreis ganz schnell ein und aus. Auf der anderen Seite wird die Spule ein- und ausgeschaltet, so daß die Membran mit der gleichen Schwingung wie bei der Zigarrenkiste hin- und hergeht. Also: aus den Schallwellen werden Schwingungen bei der Kiste, daraus ergeben sich elektrische Schwingungen über den Kohlestab, und aus diesen elektrischen Schwingungen werden beim Lautsprecher über Magnet, Spule und Membran wieder Schallwellen erzeugt, die man hören kann.

Das also ist das ganze Geheimnis.

Bei einem Ohrhörer funktioniert es übrigens ganz ähnlich; nur ist dort die Membran sehr viel kleiner, und deshalb muß man Hörer ins Ohr stecken, damit man etwas hört.

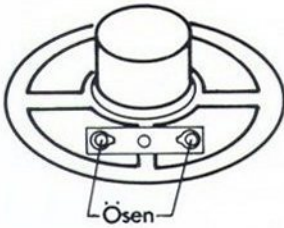


### Einige Tips für den Praktiker

Ich will euch am Schluß dieser Bauanleitung noch einige Tips geben, die euch beim Aufbau helfen können.

Am besten macht man natürlich die Verbindung mit dem Lötkolben. Vielleicht findet der eine oder andere von euch diesen in der Werkzeugkiste des Vaters. Laßt euch aber vorher erklären, wie das funktioniert, sonst lauft ihr nachher mit verbrannten Fingern durch die Gegend. Wer keinen Lötkolben auftreiben kann, muß auf den Bau nicht verzichten. Es geht nämlich auch ganz gut, wenn man die Verbindung „von Hand“ macht. Dazu wird mit der Zange oder dem Messer die Isolation vom

Draht abgemacht und der blanke Draht um die Kontakte von Batterie, Kohlestäbchen und Lautsprecher herumgewickelt, so daß eine gute Verbindung entsteht.



Beim Lautsprecher findet ihr zwei Ösen, in die ihr das Kabel einstecken und den Rest darumwickeln könnt. Beim Ohrhörer findet ihr einen sogenannten Klinkenstecker vor. Dort wickelt ihr die beiden Drähte einmal oben um die Kerbe und zum anderen unterhalb der Kunststofftrennung. Mit etwas Klebeband könnt ihr die Verbindung sichern.

Die Qualität der Übertragung hängt übrigens auch davon ab, wie ihr den freien Kohlestab legt. Probiert es einfach einmal vorne, in der Mitte und ziemlich hinten. Die beste Stellung findet ihr dann selbst heraus. Nach dem Telefonieren nehmt ihr, um das Gerät auszuschalten, am besten den quergelegten Kohlestab weg; dann ist der Stromkreis unterbrochen und die 4,5 Volt-Batterie tut lange ihren Dienst.

So, jetzt wünsche ich viel Spaß und Erfolg beim Basteln. Wenn's also funktioniert, dann denkt daran, daß wir mit diesem einfachen Telefon damals vor 100 Jahren als einer der größten Erfinder gefeiert worden wären. Leider sind wir etwas zu spät geboren worden - Pech gehabt.

Aber auch in anderen Bereichen der Technik ging es am Anfang ganz einfach zu. Mein Kollege Erich H. Heimann wird euch jetzt einige tolle Erfindungen schildern, die auf einem ganz anderen Gebiet gemacht wurden. Ich habe ihn eben in Düsseldorf angerufen (allerdings nicht mit dem Kohlemikrofon), daß meine Versuche gut geklappt haben und daß er sich anstrengen soll, daß seine Experimente auch funktionieren. In der Zwischenzeit bastle ich an einem anderen Thema herum: der Fotografie. Also bis nachher.



# Kilometerfresser

Nun ja, es ist sicherlich eine feine Sache, Mitteilungen über große Entfernungen zu übertragen, aber damit ist es ja nicht immer getan. Worte kann man zwar durch Drähte wandern lassen oder auch mit einem Lichtstrahl, elektromagnetischen Wellen oder Laserstrahlen drahtlos übertragen, aber bei Personen und Gütern versagen diese Systeme.

Wer beim Fußballspiel Schalke gegen Mönchengladbach dabei sein will und nicht am Spielort wohnt, der braucht ein Verkehrsmittel, um an den Ort des Geschehens zu gelangen, denn auf Schusters Rappen wäre die Reise doch etwas arg lang und strapaziös. Mit Papas Auto kommt man dagegen schnell und bequem ans Ziel, falls nicht alle Straßen heillos verstopft sind. Auto, Motorrad, Straßenbahn und Zug sind uns heute eine Selbstverständlichkeit und lassen Entfernungen, zu deren Überwindung man früher mehrere Tage benötigte, schrumpfen. In Kilometern ist es zwar immer noch genauso weit von München bis Hamburg wie vor 100 Jahren, die Reisezeit ist jedoch dank der modernen Kilometerfresser auf nur wenige Stunden zusammengeschrumpft. Heute reist man aber nicht nur schneller, sondern auch müheloser und bequemer als Anno dunnemals.

## Vom Rad zum Fahrrad

Eine der wichtigsten Erfindungen der Menschheitsgeschichte war die Erfindung des Rades. Wer das Rad erfunden hat, ist nicht überliefert, ebensowenig wissen wir, wann das Rad erfunden wurde. Man nimmt jedoch an, daß die Menschen um 4000 vor Christus, also vor rund 6000 Jahren, schon das Rad kannten und nutzten.

Zuvor kannte man nur einfache Schlitten, auf denen man seine Jagdbeute transportierte. Vielleicht hat einmal jemand seinen Schlitten über das Unterholz gezogen und dabei erstaunt festgestellt, daß es plötzlich viel schneller und leichter voranging. Des Rätsels Lösung mag ein dicker Knüppel oder ein Stück Stammholz gewesen sein, das sich zwischen Schlitten und Boden abrollte.

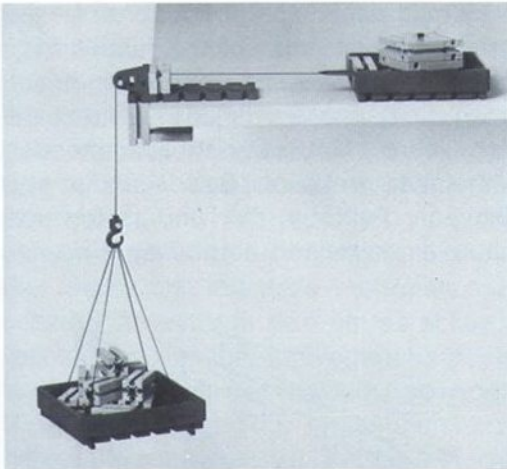
Der Weg von dieser Erkenntnis zur planmäßigen Nutzung von Rundhölzern als rollende Unterlage beim Transport schwerer Lasten dürfte nicht weit gewesen sein.

Ein anderer findiger Kopf hat dann vielleicht den Hauptmangel dieser Transportart erkannt, weil er sich vielleicht darüber ärgerte, daß das Rundholz nach Zurücklegung einer Schlittenlänge immer wieder hinter dem Schlitten hervorgeholt und vorn wieder vorgelegt werden mußte. Es mußte doch möglich sein, statt der losen Walzen am Schlitten befestigte drehbare runde Scheiben anzubringen, die es erlaubten, ohne anzuhalten größere Strecken zurückzulegen. Aus der Rolle wurde das Rad, das – wie sich bald zeigte – auch aufgrund seines größeren Durchmessers leichte Unebenheiten des Bodens überwand. Auch das war ein gewaltiger Fortschritt, zumal man zu diesen Zeiten noch querfeldein fuhr, weil es keine Straßen gab.

Welchen gewaltigen Vorteil die Erfindung des Rades bedeutet und wieviel Kraft diese Erfindung bei der Fortbewegung sparen half, könnt ihr euch leicht mit einem kleinen Versuch verdeutlichen.

Ihr nehmt ein Brettchen, in das ihr eine kleine Zugöse einschraubt, und befestigt daran eine dünne Schnur. Diese führt ihr an der Tischkante über eine Rolle und befestigt am freien Ende der Schnur eine einfache Waagschale, die ihr aus einem kleinen Sperrholzbrettchen und vier Schnurenden leicht selbst basteln könnt. Nun





*Um einen ruhenden Gegenstand in Bewegung zu versetzen, muß die Haftreibung überwunden werden. Dies erfordert eine verhältnismäßig große Kraft.*

legt ihr das erste Brettchen auf die Tischplatte und beschwert es mit einem Stein. Jetzt wird die Schnur straff gespannt und die Waagschale mit kleinen Gewichten belastet, die Stück für Stück aufgelegt werden, bis sich unser Lastschlitten in Bewegung setzt.

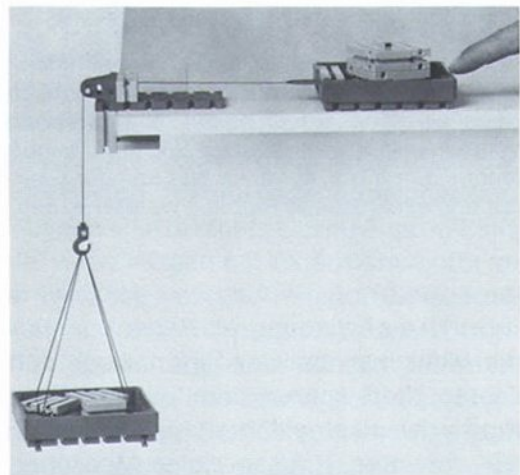
Die hierzu notwendige Zugkraft, die durch das Gewicht von Waagschale und aufgelegten Gewichten bewirkt wird, könnt ihr durch Wiegen ermitteln. Ihr entspricht eine Gegenkraft, die Reibung, die zwischen Tischplatte und Schlittenfläche (d. h. der Unterseite unseres belasteten Brettchens) wirkt.

Wenn ihr ganz genau hinseht, werdet ihr feststellen, daß sich euer kleiner Lastschlitten immer schneller bewegt, sobald er einmal in Bewegung gekommen ist. Da die Zugkraft bis auf den geringen Zuwachs durch die auf der Zugseite stets länger werdende Schnur gleichbleibt, muß die Reibung, also die Gegenkraft, abnehmen, sobald unser primitiver Schlitten einmal in Bewegung gekommen ist.

Dies ist tatsächlich der Fall. Die Haftreibung, die zu überwinden ist, um einen ru-

henden Gegenstand auf einer Unterlage in Bewegung zu setzen, ist tatsächlich größer als die sogenannte Gleitreibung, die durch eine Zugkraft überwunden werden muß, um den Schlitten mit gleichbleibender Geschwindigkeit fortzubewegen. Da in unserem Falle die Zugkraft gleichbleibt, gleitet unser kleiner Schlitten mit zunehmender Geschwindigkeit voran.

Die zur Überwindung der Gleitreibung notwendige Kraft könnt ihr mit dem gleichen Versuchsaufbau ermitteln, wenn ihr den Schlitten mit dem Finger voranschleibt und die Waagschale so lange mit Gewichten belastet, bis euer Schlitten von selbst weitergleitet.

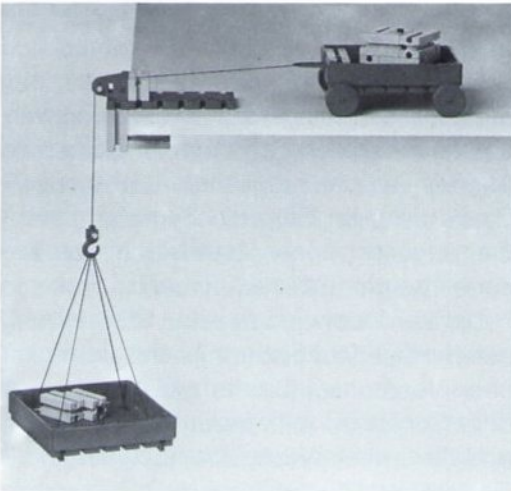


*Wenn der Gegenstand erst einmal in Bewegung ist, bedarf es eines erheblich geringeren Kraftaufwandes, um die Gleitreibung zu überwinden.*

Ihr werdet sehen, daß ihr erheblich weniger Gewicht benötigt als zuvor.

Welchen Fortschritt das Rad bedeutete, könnt ihr auf die gleiche Weise demonstrieren, wenn ihr euren Lastschlitten auf Räder setzt und über die Waagschale die Zugkraft ermitteln, die notwendig ist, um die Last voranzubewegen. Aus der gleitenden Reibung ist nun eine rollende geworden, die deutlich geringer ist.



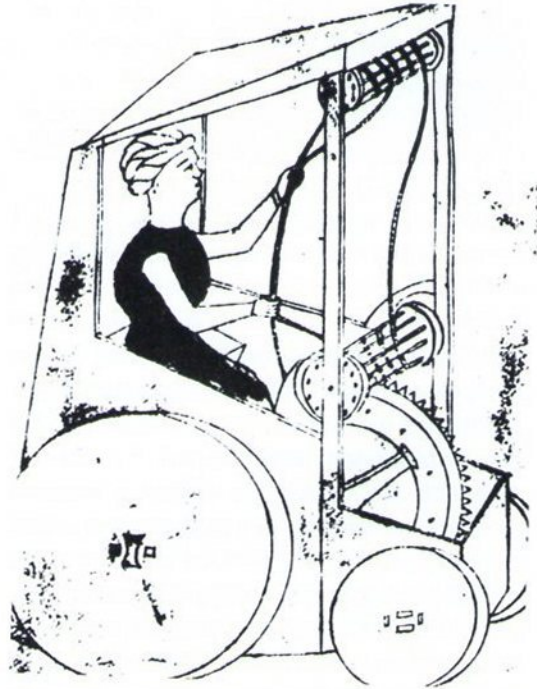


*Noch leichter bringt man den Gegenstand voran, wenn man ihn auf Räder setzt, denn die rollende Reibung ist wesentlich geringer als die gleitende Reibung, wie ihr mit diesem einfachen Versuch selbst leicht zeigen könnt. Allerdings tritt zwischen Radnaben und Achsen ebenfalls eine Gleitreibung auf, die sich jedoch vermeiden läßt, wenn man die Räder auf Kugellagern laufen läßt, die auch hier aus der Gleitreibung eine rollende Reibung werden lassen.*

Durch die Erfindung des Rades konnten die Menschen bei der Beförderung von Lasten Kraft sparen oder mit gleichem Kraftaufwand eine höhere Last bewegen. Mit vereinten Kräften vieler Menschen oder auch durch den Einsatz von Zugtieren konnte man fortan tonnenschwere Lasten über Land bewegen und war so in der Lage, die gewaltigen Bauwerke der Antike wie die Pyramiden und andere Kolossalbauten zu errichten, die uns auch beim heutigen Stande der Technik noch Bewunderung abringen.

Mit der Erfindung des Rades und des Wagens war sicherlich ein gewaltiger Fortschritt erreicht, aber ein Gedanke ließ die Techniker nicht los, die Idee eines selbstfahrenden Wagens, mit dem man sich bequem und möglichst ohne große Mühe voranbewegen kann.

Es mag sicherlich frühere Versuche gegeben haben, ein solches Gefährt zu bauen, ein greifbares Beispiel eines solchen „Selbstfahrers“ ist uns aber erst aus dem Jahre 1420, also dem ausgehenden Mittelalter, bekannt. Sein Erfinder war Giovanni Fontana. Der findige Italiener baute einen kleinen, einsitzigen Wagen



*Viel Armschmalz erforderte der über einen Seilzug angetriebene, selbstfahrende Wagen des Italiens Giovanni Fontana aus dem 15. Jahrhundert. Damit das Zugseil auf den Seiltrommeln nicht rutschte, schlang der findige Konstrukteur das Seil jeweils mehrmals um die Seiltrommel und erhöhte so die Reibung zwischen Seil und Trommel, damit keine Kraft durch Schlupf verloren ging.*

mit zwei kleinen, wohl lenkbaren Vorder- rädern und zwei großen, angetriebenen Hinterrädern. Als Antriebskraft diente 1 MS, eine Menschenstärke, denn Fontana bewegte sein Vehikel von eigener Hand voran, und zwar über einen endlosen Seilzug, der mehrmals über eine



vorn über dem Fahrer angebrachte Seiltrommel lief. Um ein Durchrutschen des Seiles zu verhindern, war es wie bei einer Brunnenwinde mehrmals um die aus stabilen Holzstäben zwischen zwei runden Holzscheiben bestehende obere Trommel gelegt und lief von dort zu einer gleichartigen unteren Trommel, um die das Seil wohl ebenfalls mehrmals geschlungen war. Von dort lief es schließlich wieder zur oberen Trommel zurück. Wenn Fontana an dem vor ihm nach oben laufenden Strick zog, begannen sich beide Seiltrommeln zu drehen. In die untere griff ein hölzernes Zahnrad, das die Hinterachse, die ebenfalls mit einem Zahnrad versehen war, antrieb. Um diesen Wagen in Fahrt zu bringen, mußte man sicherlich allerhand Kraft aufwenden. Aber er funktionierte, und, einmal in Schwung gebracht, mag er seinen Zweck wohl auch einigermaßen erfüllt haben. Wesentlich bequemer dürfte der Nürnberger Zirkelschmied Hans Hautsch mit seinem 1649 vorgestellten selbstfahrenden Wagen vorangekommen sein, denn er ließ sich von zwei Dienern ans Ziel bringen, die wie zwei menschliche Goldhamster in einer senkrecht stehenden Trommel marschierten und so für den Vortrieb des Gefährtes sorgten, das etwa zwei Meilen in der Stunde zurücklegte, falls den beiden als Motor dienenden Lakeien nicht die Puste ausging. Persönliche Not veranlaßte den ebenfalls in Nürnberg ansässigen Uhrmacher Stefan Farfler einige Zeit nach Hautsch, ebenfalls einen selbstfahrenden Wagen zu bauen. Der erfindungsreiche Meister war gelähmt und wollte nicht auf fremde Hilfe angewiesen sein. So konstruierte er, dem der Umgang mit Zahnrädern und Getrieben wohl vertraut war, den wohl ersten selbstfahrenden Rollstuhl, den er höchst eigenhändig mit einer Kurbel vorantrieb.

Dies sind nur einige von vielen Beispielen

für von Menschenkraft bewegte Wagen, die im 15., 16. und 17. Jahrhundert in Deutschland, England, den Niederlanden wie auch in China gebaut und benutzt wurden. Aber solange man auf Menschenkraft angewiesen war, mußte man sich mit niedrigen Geschwindigkeiten abfinden, und auch die Reichweite war durch die Ausdauer der bedauernswerten Trampler und Kurbler begrenzt, die diese Vehikel in Bewegung bringen und halten mußten.

Die Scheu vor körperlichen Mühen – oder ganz unverblümt gesagt, die weitverbreitete Untugend der Faulheit – war der Antrieb für viele bedeutende Erfindungen und dürfte uns auch das moderne Auto beschert haben.

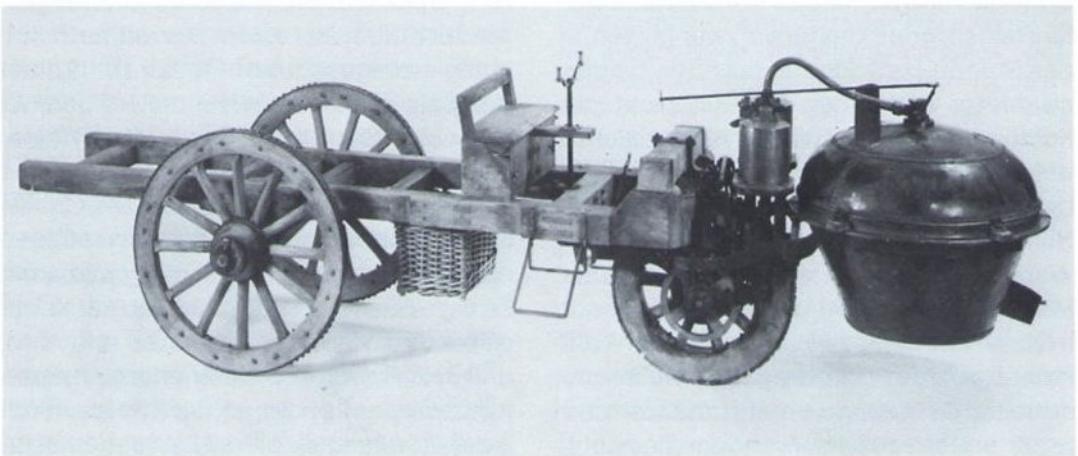
Als erster scheint der niederländische Physiker Huygens versucht zu haben, einen selbstfahrenden Motorwagen zu entwickeln. Er scheiterte aber wohl an den im 17. Jahrhundert doch noch recht beschränkten technischen Möglichkeiten. Huygens hatte nichts Geringeres im Sinn, als einen Wagen mit Explosionsmotor zu entwickeln, dessen Treibstoff Schießpulver sein sollte. Huygens skizzierte den Antrieb, der aus einem stabilen Bronzerohr bestand, das fatal an ein Geschützrohr erinnerte. Darin steckte ein frei gleitender Kolben mit einem starren, als Zahnstange ausgebildeten Pleuel. Die Zähne des Pleuels sollten, wenn der Kolben bei Explosion der Pulverladung im Zylinder nach oben schoß, ein Zahnrad in Drehung versetzen. Aber Huygens, der auf anderen Gebieten noch heute gültige Grundlagen der Physik schuf, blieb der praktische Erfolg versagt. Vielleicht gab er aber seinen Plan auch auf, weil er erkannte, daß sein Pulverauto sich nur in Sprüngen fortbewegen konnte, da der Zylinder nach jeder Zündung des Pulvers wieder geladen werden mußte, was damals noch ein umständliches Verfahren war. Vom Prinzip her gesehen hatte der alte Huygens je-



doch die zukunftssträngige Entwicklungsrichtung vorausgeahnt. Aber seine Idee kam fast 200 Jahre zu früh. Den damaligen technischen Möglichkeiten entsprach schon eher die Idee eines dampfgetriebenen Wagens. Bahnbrechend auf diesem Gebiet war der Franzose Cugnot, der 1769 einen funktionsfähigen Dampfwagen baute. Das Gefährt zeigte in seinem hinteren Teil eine nahe Verwandtschaft mit einem Lastfuhrwerk. Vor dem Kutschbock hatte es aber ein recht technisches Gesicht. An einer eisernen Deichsel hing ein riesiger kupferner Dampfkessel, der mit Holz beheizt wurde und zwei Zylinder mit Dampf speiste. Der Antrieb erfolgte über Pleuelstangen auf das ebenfalls an der Deichsel aufgehängte einzelne, lenkbare Vorderrad. Das klobige Gefährt brauchte eine Viertelstunde zum Anheizen, bevor es sich mit einer Geschwindigkeit von maximal 4 km/h in Bewegung setzte. Aber diese bequem zu Fuß erreichbare Geschwindigkeit gab es nur in der Theorie, denn nach einem Kilometer Fahrstrecke ging dem fauchenden Monstrum infolge Wassermangels die Puste aus. Erst nachdem der Fahrer Wasser nachgetankt hatte, konnte die Fahrt

weitergehen. Der Dampfbetrieb hatte so seine Tücken. Vor allem waren die Dampfwagen zu groß, zu schwer und nicht zuletzt auch zu teuer. Trotzdem wurde das Dampfwagen-Prinzip von vielen Erfindern bis ins 19. Jahrhundert weiterverfolgt, und sogar heute geistert die Idee vom Dampfauto, das von einer Turbine angetrieben wird, immer wieder durch die Hirne von Erfindern. Prominente Nachfahren Cugnots waren der Engländer Murdock, ein Mitarbeiter von James Watt, der die erste wirklich leistungsfähige Dampfmaschine schuf und so die sogenannte industrielle Revolution vorbereitete, und sein Landsmann Trevithick.

Murdock war als Mechaniker bei der Dampfmaschinenfabrik Boulton & Watt tätig und reiste per Postkutsche landauf, landab, um Dampfmaschinen aufzubauen. Auf seinen Reisen kreuz und quer durch England kam ihm die Idee, einen Dampfwagen zu bauen. 1784 baute er ein kleines Modell von knapp 50 cm Länge, das ihm einigen Ärger mit seinem Chef Mr. Watt einbrachte. Als Murdock seinen kleinen Dampfwagen nämlich auf dem von Hecken eingefassten Kirchpfad erproben



*Cugnots Dampfwagen war ein fauchendes Ungetüm mit hölzernem Fahrwerk. Es verbrauchte so viel Wasser, daß es nach jedem Kilometer zum Wasserfassen anhalten mußte. Hier ein Modell des durstigen Dampfwagens.*



wollte, machte sich das fauchende kleine Ungeheuer plötzlich selbständig und fuhr dem in sein Brevier vertieften Vikar des Ortes feuerspeiend zwischen die Beine. Der brave Gottesmann glaubte zunächst an Teufelswerk, bis er Murdock als Urheber des abendlichen Schreckens entdeckte. Er beschwerte sich bei Mr. Watt, der für seinen erfinderischen Mechaniker nur wenig Verständnis zeigte und Murdock's Experimenten ein Ende setzte. Diese Episode zeigt, daß das Erfinderdasein oft seine Tücken hat und daß große Erfinder nicht immer viel Verständnis für andere Menschen mit guten Ideen haben, zumal dann nicht, wenn es sich um Neuerungen aus dem eigenen Arbeitsbereich handelt.

Trevithick hatte dagegen mehr Glück. Sein großer Dampfwagen fuhr tatsächlich im Jahre 1801 und sicherte sich so einen Platz in der Ahnenreihe des Autos, auf das die Welt aber noch über 80 Jahre warten mußte.

In der Zwischenzeit regierten Dampfwagen aller Art. Allein in London sollen um 1833 schon mehr als 20 Exemplare umhergefahren sein.

1865 machte die englische Regierung den Dampfwagenbauern jedoch das Leben schwer. Sie erließ ein Gesetz, nach dem Motorwagen auf offenen Landstraßen nicht schneller als vier und in Ortschaften nicht schneller als zwei Meilen pro Stunde fahren durften. Dies brachte die Entwicklung in England praktisch zum Stillstand, und das Schwergewicht verlagerte sich nach Frankreich und Deutschland.

Doch während sich findige Köpfe mit den Problemen des Dampfwagens herumplagten, war die Idee eines von Menschenkraft voranbewegten Fahrzeuges, mit dem man leichter und schneller vorankam als auf Schusters Rappen, keineswegs in Vergessenheit geraten. Etliche Erfinder

trugen sich bereits um die Mitte des 18. Jahrhunderts mit dem Gedanken sogenannter Laufmaschinen und bauten sogar solche Vehikel.

Berühmt wurde die Laufmaschine allerdings erst durch den badischen Forstmeister Karl Friedrich von Drais aus Karlsruhe, der nach dem Studium der Forstwirtschaft wie auch der Mathematik, Physik und Mechanik acht Jahre lang in verschiedenen Forstämtern brav sein Brot als Forstbeamter verdient hatte und sich schließlich um die Stelle eines Forstmeisters im Schwarzwald bewarb. Der zuständige Oberforstmeister weist jedoch den jungen Drais ab, dessen Wissen ihm zwar imponiert. Grund für die Ablehnung sind die hochfliegenden Ideen und Eigenheiten des jungen Mannes, dem der Oberforstmeister auch nicht zutraut, daß er den rechten Kontakt zu der einfachen Landbevölkerung finde. Da beschließt Karl Friedrich von Drais, fortan als Erfinder zu leben und, da dies sich bald als brotlose Kunst erweist, vom Gelde seines Vaters.

Drais erfindet alles und vieles, meist Dinge, die es in irgendeiner Form schon einmal gegeben hat, und vor allem Apparate, die alles schneller können, schneller schreiben, schneller rechnen, schneller heizen, schneller schießen und natürlich auch schneller fahren. Zum großen Unglück des hoffnungsvollen jungen Mannes ist die Zeit, in der er lebt, mit Geschwindigkeit auf Dauer nicht zu beeindrucken, und auch die erhofften Gelder aus der Hand seines Landesherrn bleiben aus. Immerhin kann er 1813 dem russischen Zaren, der gerade in Karlsruhe weilte, einen vierrädrigen Wagen vorführen, und auch auf dem Wiener Kongreß präsentiert sich der auf öffentliches Aufsehen bedachte Mann. Aber die erhoffte Förderung seiner Arbeiten bleibt aus.

Doch dann im Jahre 1813 scheint Drais der ganz große Wurf zu gelingen. Er kon-





*Obgleich Friedrich von Drais bewies, daß man mit einer hölzernen Laufmaschine schneller vorankam, blieben ihm Ruhm und Reichtum versagt, ein Schicksal, das viele Erfinder mit ihm teilen.*

struiert seine berühmte Laufmaschine. Sie besteht aus einem Balken, auf dem etwa in der Mitte ein Sitzbrett befestigt ist und das vorn wie hinten zwei Karrenräder aufweist, deren vorderes lenkbar ist. Die ungelenkte Laufmaschine wird durch Abstoßen mit den Beinen voranbewegt. Immerhin gelingt es Drais, mit seiner Laufmaschine die Strecke Mannheim-Schwetzingen, für die die Postkutsche volle vier Stunden brauchte, in einem Viertel dieser Zeit zu bewältigen. Das Laufrad macht Schlagzeilen in der lokalen Presse. Drais erhält Ehren und Würden, so den Professorentitel durch den Großherzog von Baden, und der König von Preußen belohnt den Erfinder mit barer Münze. Drais führt seine Laufmaschine überall vor. Aber der Erfolg erweist sich als Strohhalm. Der Erfinder, der immer noch fest an seine Laufmaschine glaubt, macht sich zum Gespött seiner Zeitgenossen. Er stirbt am 10. Dezember 1851, ohne die erhoffte Anerkennung als Erfinder gefunden zu haben. Vielleicht wäre er heute gänzlich vergessen, trüge nicht die Draisine, ein leichter, zu Streckenbesichtigungen dienender Eisenbahnwagen, der ursprünglich von Hand, später dann mit Motorkraft bewegt wurde, den Namen des Freiherrn von Drais.

Aus dem Drais'schen Laufrad machte um die Zeit, als Drais starb, der Franzose Michaux das Fahrrad, indem er 1855 eine Fahrmachine vorstellte, deren Hinterrad über eine Kette durch eine Tretkurbel angetrieben wurde.

Allerdings ist der Erfinderruhm von Michaux nicht ganz unumstritten, denn es gibt ernstzunehmende Stimmen, die behaupten, daß der Pedalantrieb schon früher durch den Schweinfurter Fischer erfunden worden sei. Auf jeden Fall gelang es Michaux, ein brauchbares Fahrrad auf den Markt zu bringen und seine Erfindung 1867 auf der Pariser Weltausstellung wirkungsvoll einem breiten Publikum aus aller Welt zu präsentieren.

Die Käufer der Michaux-Räder nannten ihre teuren Drahtesel bald Knochen-schüttler, weil die gänzlich ungefederten ersten Fahrräder tatsächlich auf den damaligen Straßen den vom Fortschritt begeisterten Fahrer fürchterlich beutelten. In England wurde das Fahrrad in den nächsten 15 Jahren erheblich verbessert. Es erhielt Stahlspeichenräder, Kugellager und zunächst Vollgummireifen, die das Fahren erheblich angenehmer machten.

### **Ein Tierarzt erfindet den Luftreifen**

Die Erfindung des irischen Tierarztes Dr. John Boyd Dunlop machte den Knochen-schüttlern endgültig ein Ende und schuf die Voraussetzungen für die Entwicklung leistungsfähiger Fahrräder wie auch unserer modernen Autos. Der Erfinder des Luftreifens hatte eigentlich die elterliche Farm im schottischen Dörfchen Dregghorn übernehmen sollen. Aber der aufgeweckte und vielseitig interessierte Junge war der Landarbeit nicht gewachsen, und so ließen ihn seine Eltern Tiermedizin studieren. Schon mit 19 Jahren war John Boyd Tierarzt. Acht Jahre später ließ er sich in

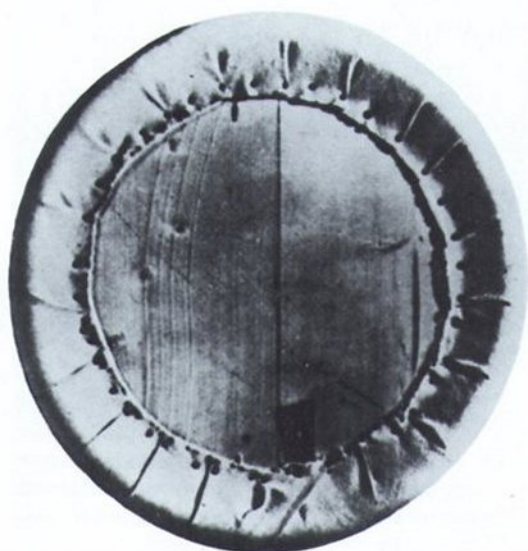


Irland nieder, und bald war seine Praxis in Belfast die größte in ganz Irland. Dr. Dunlop war ein überaus erfolgreicher Tierarzt und entwickelte eine Reihe eigener Medikamente, die er mit Erfolg verkaufte. Doch nicht nur in seinem Beruf bewies er seinen klaren Blick für Probleme und ihre Lösung. Dunlop nahm es nicht nur zur Kenntnis, daß die Pferdewagen nur langsam vorankamen, weil die damaligen Straßen überaus schlecht und voller Schlaglöcher waren. Er sann zugleich auch auf Abhilfe. Hinzu kam ein Anstoß aus der Familie. Dunlops kleiner Sohn Johnnie beklagte sich fast täglich bei seinem Vater, daß er bei Wettfahrten mit seinen älteren Schulkameraden ständig ins Hintertreffen geriet, weil sein Dreirad auf den holprigen Straßen einfach nicht schnell genug vorankam. Vater Dunlop sann auf Abhilfe, Johnnie sollte die längste Zeit seinen körperlich überlegenen, älteren Freunden nachgefahren sein. In Zukunft würde er mithalten können.

Dr. Dunlop besorgte sich eine große Holzscheibe von etwa 40 cm Durchmesser und ein großes Stück 1 mm starke Gummifolie, aus der er einen Luftschlauch zusammenklebte. In diesen Schlauch klebte er dann noch ein kleines selbstgemachtes Gummiventil und pumpte den Schlauch mit der Fußballpumpe seines Sohnes auf. Nun legte Dunlop den aufgepumpten Luftschlauch um die runde Holzscheibe und ging in den Hof, um sein neues Luftreifenrad zu erproben. Zunächst demontierte er das etwa gleich große, vollgummibereifte Vorderrad von Johnnies Dreirad und ließ es von seinem Assistenten John Caldwell mit kräftigem Schwung über den Hof rollen. Das Rad hüpfte und sprang über den gepflasterten Hof, geriet bald ins Taumeln und blieb wenig später mitten auf dem Hof liegen. Ganz anders verhielt sich die Holzscheibe mit dem improvisierten Luftreifen. Sie schien die Unebenheiten des Bodens klaglos zu schlucken und donnerte zum großen



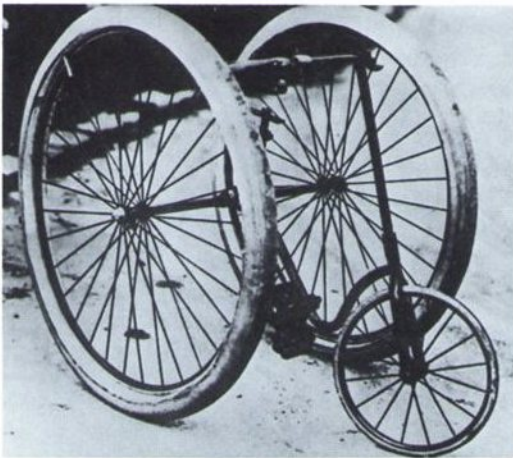
*An dieser simplen Holzscheibe erprobte John Boyd Dunlop das von ihm erdachte Luftreifen-Prinzip.*





Erstaunen von Mr. Caldwell polternd gegen das Hoftor. Johnnie, der dieses Experiment mit angesehen hatte, ließ nicht locker und bedrängte seinen Vater, ihm doch solche Luftreifen für sein Dreirad herzustellen. Im Winter 1887/88 wurde dieser Wunsch erfüllt. Dunlop bog zwei Streifen Ulmenholz zu einer Felge mit ca. 90 cm Durchmesser und klammerte die Enden zusammen. Dann fertigte er nach bewährtem Rezept zwei Luftschläuche, versah sie mit Ventilen und umhüllte die Schläuche schließlich mit Leinwand, die er zuvor durch eine Gummischicht verstärkt hatte. Danach legte Vater Dunlop die Schläuche um die Holzreifen und befestigte die gummierte Leinwand daran.

Am Abend des 28. Februar 1888 machte Johnnie Dunlop seine erste Probefahrt mit dem ersten luftbereiften Fahrrad. Der praktische Versuch bestätigte Dunlops Idee. Johnnie war begeistert und gewann am nächsten Tag mühelos die Dreirad-Wettfahrt gegen seine Freunde. Als Dunlop die Reifen untersuchte, konnte er nicht die geringste Beschädigung feststellen.



*Das Dreirad des Erfinder-Sohnes Johnnie Dunlop war das erste Fahrzeug mit Luftreifen. Das kleine Vorderrad war allerdings noch vollgummibereift.*

Am 23. Juli 1888 meldete Dr. Dunlop seine Erfindung unter dem Titel „Verbesserung von Radreifen für Zweiräder, Dreiräder und andere Straßenfahrzeuge“ an. In der Beschreibung hieß es: „Ein hohler Reifen oder Schlauch aus Gummi und Stoff oder anderem geeigneten Material, der Preßluft enthält und der am Rad mit den dafür am zweckmäßigsten erscheinenden Methoden befestigt wird.“ Dunlops Erfindung war ein durchschlagender Erfolg und machte den irischen Tierarzt nicht nur reich, sondern zugleich weltberühmt. Ohne seine Erfindung wäre die schnelle Entwicklung des Autos kaum denkbar gewesen.

### **Im dritten Anlauf entstand das Auto**

Etwa um die Zeit, als der unglückliche Freiherr von Drais etwa zehn Jahre alt war, ging ein pensionierter schweizerischer Artillerieoffizier namens Isaak de Rivaz das Problem des Motorwagens von neuem an.

Der zündende Funke zu seinem Motorwagen kam ihm buchstäblich bei einem Vortrag über den bereits erwähnten Alessandro Volta. Als der Vortragende erzählte, daß Volta neben vielen anderen Experimenten auch kleine Pistolen mit Leuchtgas füllte, eine Kugel in den Lauf führte und sie abschoß, indem er das Gas mit einem elektrischen Funken zündete, durchfuhr es de Rivaz wie ein Blitz. So müßte man auch ein Fahrzeug vorantreiben können. Er baute einen Zylinder mit einem dazu passenden Kolben, der wie bei Huygens wiederum eine starre Pleuelstange hatte und damit ein Zahnrad in Drehung versetzte, wenn der Kolben durch die elektrisch ausgelöste Gasexplosion im Zylinder in die Höhe geschleunigt wurde. Oben angelangt, wurde die Zahnstange des Stößels ausgekuppelt

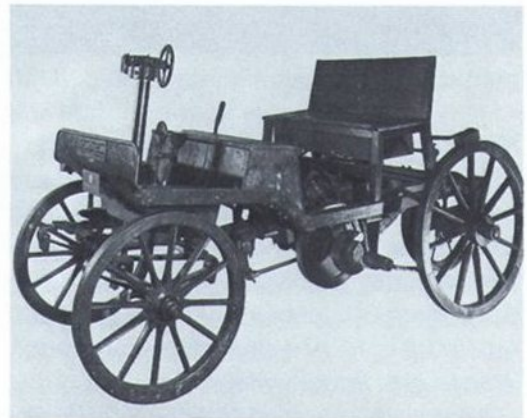


und das Zahnrad gegen Rückwärtsdrehung gesperrt. Der Kolben sank in den Zylinder zurück, um nach erneuter Gasfüllung wieder von den Explosionsgasen getrieben in die Höhe geschleudert zu werden, das Zahnrad wieder weiterzudrehen und so über ein Seil und Riemenscheiben, die die Vorderräder des Wagens antrieben, das seltsame Auto voranzubewegen. Aber es sollte bei einem Prototyp bleiben. De Rivaz meldete zwar sein sich in Sprüngen fortbewegendes Automobil 1805 zum Patent an, war aber wohl zu alt, um das erste Auto mit Verbrennungsmotor und elektrischer Zündung weiterzuentwickeln. Dies tat dann der französische Mechaniker Lenoir, der einen gleichmäßig laufenden Gasmotor konstruierte und das Gas-Luft-Gemisch so abstimmt, daß anstelle einer schlagartigen Explosion im Zylinder eine heftige Verbrennung stattfand. Die dabei entstehenden, sich rasch ausdehnenden Gase bewegten den Kolben, dessen Hin- und Herbewegung Lenoir über ein bewegliches Pleuel bereits in eine Drehbewegung einer Achse umzulenken verstand. So war es bald auch möglich, einen Motorwagen zu bauen, der, von einem Lenoir-Gasmotor angetrieben, im Mai 1860 erstmals durch die Straßen von Paris ratterte. Weitere Gasmotorwagen folgten. Aber sie waren immer noch recht groß und schwer, und auch das Mitführen des Treibgases war ein rechtes Problem, das auch den Aktionsradius dieser Wagen einschränkte.

Auf den Spuren Lenoirs wandelnd beschäftigte sich der aus Malchin in Mecklenburg stammende Mechaniker und Erfinder Siegfried Marcus ebenfalls mit Gasmotoren. Er suchte neben dem Leuchtgas auch andere geeignete Treibstoffe und stieß auf eine bis dato eigentlich nur zu medizinischen Zwecken verwendete und folglich nur in Apotheken erhältliche Flüssigkeit: Benzin.

In zehnjähriger Arbeit entwickelt Marcus einen Benzinmotor. Ein von ihm konstruierter Vergaser verwandelt den flüssigen Treibstoff in ein zündfähiges Gas-Luft-Gemisch.

Im September 1870 hat Marcus einen brauchbaren Benzinmotor fertiggestellt. Drei Jahre später kann er einen Benzinmotorwagen vorstellen. 1875 folgt schließlich ein schon recht perfekter Wagen mit Dreigang-Schaltgetriebe, Magnetzündung und Wasserkühlung. Und dabei sollte es bleiben, denn Siegfried Marcus war zwar ein ideenreicher Tüftler und sicherlich auch ein hochbegabter Mechaniker. Ihm fehlte es jedoch an dem notwendigen Durchsetzungsvermögen und dem Willen, seine Erfindung zur Produktionsreife zu bringen. So blieb seine Arbeit nur eine Episode in der Geschichte des Automobils, obwohl sein Wagen durchaus Chancen gehabt hätte, die erste in größeren Stückzahlen gebaute "Benzinkutsche" zu werden. Aber zum Erfolg als Erfinder gehört offensichtlich mehr als nur eine gute Idee und praktisches Geschick. Den



*Wie eine Probefahrt zum 100. Geburtstag des Marcus'schen Motorwagens bewies, war dieser Wagen durchaus gebrauchstüchtig. Sein Erfinder versäumte es jedoch, seine Idee zielstrebig weiterzuverfolgen, und so mußte das Auto noch einmal erfunden werden.*



nächsten wichtigen Schritt tat Nikolaus August Otto, der als Gastwirtssohn 1832 in Holzhausen im Taunus zur Welt kam. Aus Nikolaus Otto sollte, wie es zunächst schien, ein biederer Kaufmann werden. Einundzwanzigjährig kam Otto nach Köln, wo er bei seinem ebenfalls als Kaufmann tätigen Bruder wohnte. Nikolaus Otto



reiste zehn Jahre lang als Vertreter für Lebensmittel kreuz und quer durch die Lande, wobei es ihm wohl in den engen und rüttelnden Postkutschen ebenso ergangen sein mag wie Watts Mechaniker Murdock, dem 80 Jahre früher aus gleichem Anlaß die Idee zu einem selbstfahrenden Wagen gekommen war.

Aber auch Lenoir und Ericson, der Erfinder eines Heißluftmotors, dürften an Ottos Gedanken, die etwa ab 1860 um die Idee einer Kraftmaschine kreisten, nicht ganz unschuldig gewesen sein, denn Nachrichten über die Arbeiten dieser bei-

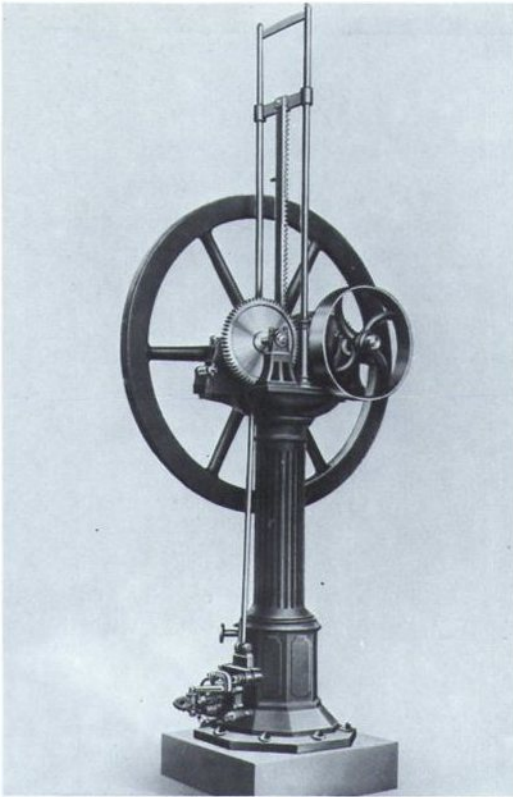
den Erfinder regten Otto dazu an, sich mit dem Motorproblem zu beschäftigen. Zusammen mit seinem Bruder Wilhelm versuchte er zunächst, die Lenoir-Maschine mit Hilfe eines selbstentworfenen Vergasers auf Flüssigbrennstoffe wie Spiritus umzustellen und so vom städtischen Leuchtgasnetz unabhängig zu machen, was für einen Kraftwagen unerlässlich war. Ein entsprechendes Patentgesuch beim preußischen Handelsministerium wurde jedoch abgelehnt, weil Otto es versäumt hatte, ausdrücklich auf die "Verbindung des Vergasers mit dem Motor hinzuweisen" Erfinderpech!

Aber Otto ließ sich nicht entmutigen, sondern widmete sich fortan ausschließlich der Konstruktion eines, wie er hoffte, brauchbaren Motors, weshalb er auch im Mai 1862 seine bisherige Tätigkeit als Handlungsreisender aufgab. Wie schon bei der Entwicklung des Vergasers für die Lenoir-Maschine bediente sich Otto bei der Entwicklung seines eigenen Motors der praktischen Fähigkeiten des Kölner Mechanikers J.M. Zons.

Ottos Viertakt-Boxermotor lief erstmalig mit Gas zu Beginn des Jahres 1862. Aber der Motor war in dieser Form kaum verwendbar. Die Explosionen in den Zylindern waren so heftig, daß der Motor entsetzlich schüttelte und unruhig lief. Sein Lärm führte zu häufigen Beschwerden der Gäste des Hotels Disch, das unglücklicherweise neben der Zons'schen Werkstatt lag.

Trotzdem gab Otto nicht auf und setzte seine Experimente fort. Auf Lenoirs Arbeiten aufbauend, kam Otto schließlich zur sogenannten atmosphärischen Gasmaschine, die wesentlich weicher und auch geräuschloser lief. Lenoir ließ bei seiner Maschine während eines halben Kolbenhubes Gas und Luft in den Zylinder saugen, schloß dann die Einlaßventile und zündete das unter normalem Luftdruck





*Ottos atmosphärischer Gasmotor von 1867, der heute noch im Kölner Motorenmuseum zu bewundern ist, leistete ein bescheidenes halbes PS bei 80 Umdrehungen in der Minute.*

stehende Gas-Luft-Gemisch auf elektrischem Wege, wodurch der Kolben abwärts getrieben wurde. Lenoirs Maschine verbrauchte jedoch sehr viel Gas und litt unter einer unvollkommenen Zündung.

Diese Mängel kannte Ottos atmosphärischer Gasmotor nicht, auf den Otto in einigen europäischen Ländern Patentschutz erhielt. Nur in Preußen, dem Land also, wo Otto arbeitete, wurde ihm ein Patent versagt. Aus Furcht vor Nachahmern trennte sich Otto von seinem bewährten Mechaniker Zons und richtete sich eine eigene Versuchswerkstatt ein. Aber bald drohten die zur Weiterentwicklung des Motors notwendigen Experimente aus Geldmangel zu scheitern.

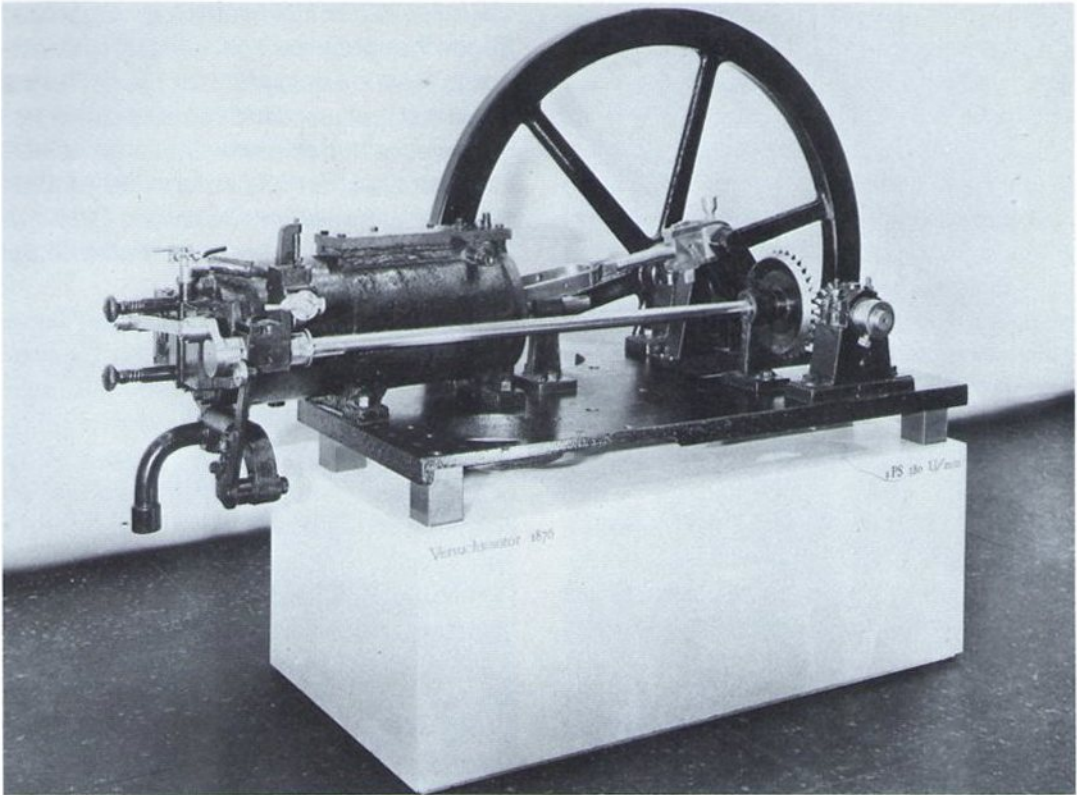
Retter in der Not wurde der Ingenieur Eugen Langen, der mit einer fortschrittlichen Rostkonstruktion für Dampfkessel ein Vermögen verdient hatte und nur sieben Wochen, nachdem Otto ihm seinen atmosphärischen Gasmotor vorgeführt hatte, zusammen mit Nikolaus Otto am 31. März 1864 die erste Motorenfabrik der Welt gründete.

Es sollte aber immerhin noch drei Jahre dauern, bis der atmosphärische Gasmotor von Otto und Langen serienreif war. Die junge Firma blühte auf, und zwei Jahre später war die alte Ölmühle in der Nähe des Kölner Hauptbahnhofes schon zu klein geworden. Man siedelte nach Deutz auf die andere Rheinseite um. Das rasche Wachstum erforderte viel Kapital, weshalb die Firma schließlich am 5. Januar 1872 in eine Aktiengesellschaft, die "Gasmotoren-Fabrik Deutz AG", umgewandelt wurde.

Etwa um diese Zeit traten auch zwei Männer in die Dienste der Deutzer Motorenfabrik, die zehn Jahre später in einem eigenen Unternehmen einen vierrädrigen Motorwagen bauen sollten: Gottlieb Daimler und Wilhelm Maybach. Daimler wurde technischer Direktor, Maybach Chefkonstrukteur, während sich Otto zunächst der kaufmännischen Verwaltung der Motorenfabrik widmete.

Während Daimler und Maybach den atmosphärischen Gasmotor verbesserten und vereinfachten, befaßte sich Nikolaus Otto von neuem mit der Entwicklung eines Viertakt-Motors, der als Otto-Motor Geschichte machen sollte. Anlaß zu dieser Entwicklung war die auf etwa drei Pferdestärken begrenzte Leistung des atmosphärischen Gasmotors und die aufkommende Konkurrenz einer leistungsfähigen Heißluftmaschine. Innerhalb nur weniger Monate schuf Otto seinen neuen Hochdruckmotor. Ottos Viertaktmotor saugte bei einer Abwärtsbewegung des Kolbens





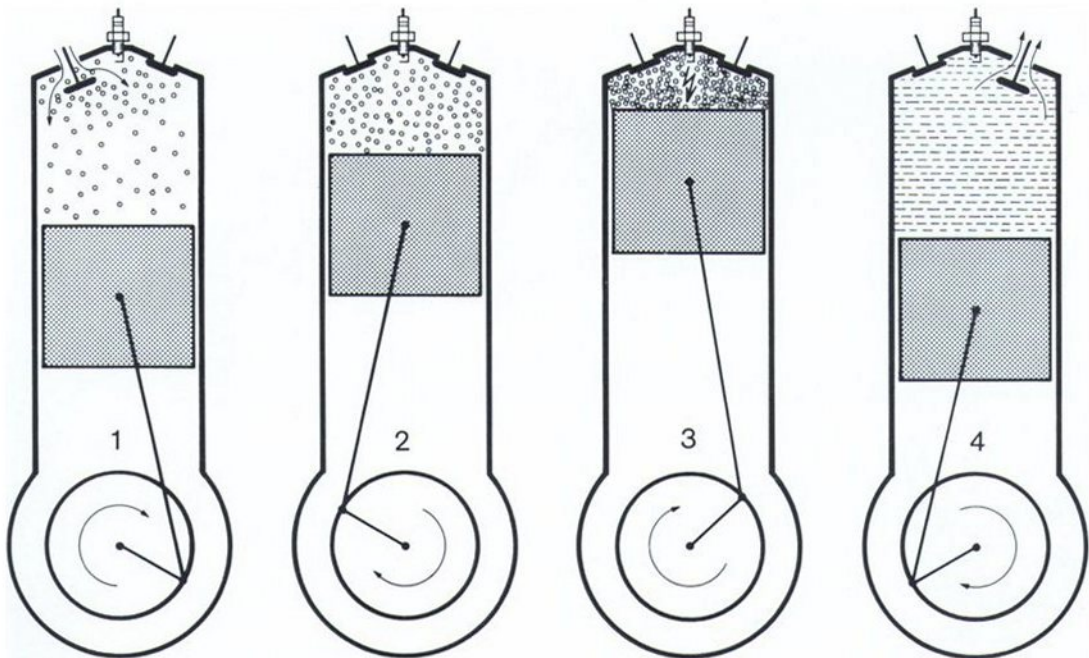
*In nur wenigen Monaten entwickelte Nicolaus Otto den nach ihm benannten Viertakt-Otto-Motor. Hier der Versuchsmotor aus dem Jahre 1876.*

das Treibstoff-Luftgemisch an (1.Takt), verdichtete es, bei der nächsten Aufwärtsbewegung (2.Takt), worauf bei Beginn der folgenden Abwärtsbewegung das Gemisch gezündet und der Kolben von den sich ausdehnenden Verbrennungsgasen nach unten getrieben wurde (3. Takt, sog. Arbeitstakt). Bei der nächsten Aufwärtsbewegung erfolgte dann das Ausstoßen der verbrannten Gase (4.Takt). Ottos Viertakt-Gasmotor beendete die kurze Blütezeit der atmosphärischen Gasmotoren und legte nicht nur den Grundstein für eine rasche Weiterentwicklung des Deutzer Motorenwerkes sondern zugleich auch für die greifbar nahe liegende Entwicklung eines brauchbaren Motorfahrzeuges.

Gottlieb Daimler schlug vor, den Otto-Motor, der 1878 patentiert wurde, statt mit Gas mit Benzin zu betreiben, um ihn als Antrieb für einen Motorwagen nutzen zu können. Aber Otto sah die Zukunft seines Motors wohl eher im stationären Industriemotor als Antrieb von Maschinen. So unterblieb die Umstellung auf Benzinbetrieb und die ebenfalls von Daimler als Ersatz für die von Otto benutzte Flammzündung vorgeschlagene elektrische Zündung, bis sich Daimler schließlich mit Maybach selbständig machte und sich in seiner schwäbischen Heimat niederließ.

In seiner kleinen zusammen mit Maybach geführten Firma in Cannstadt baute der hartnäckige schwäbische Erfinder schließlich selbst einen benzin-





So arbeitet ein Viertakt-Otto-Motor: Das Gas-Luft-Gemisch wird angesaugt (1) und durch den wieder nach oben gehenden Kolben verdichtet (2). Nach der Zündung treiben die sich rasch ausdehnenden Verbrennungsgase den Kolben nach unten und liefern dabei Energie (3). Der anschließend wieder aufwärts gehende Kolben schiebt die Verbrennungsgase aus (4). Dann beginnt das Spiel von neuem. Während die Takte 1–4 ablaufen, dreht sich die Kurbelwelle des Motors zweimal. Um einen gleichmäßigen Lauf zu erzielen, verwendet man ein Schwungrad oder baut mehrzylindrige Motoren, deren Takte jeweils gegeneinander verschoben sind.

betriebenen Otto-Motor und meldete ihn zum Patent an, das auch erteilt wurde.

Die praktische Eignung stellte Daimler unter Beweis, als er seinen in zweijähriger Kleinarbeit vervollkommenen Benzinmotor in ein primitives Motorrad mit hölzernem Rahmen einbaute, das er 1885 vorstellte.

Im gleichen Jahr sollte Daimler jedoch durch den aus Karlsruhe stammenden Ingenieur Karl Friedrich Benz einen Rivalen erhalten.

Auch Benz hatte sich mit Gasmotoren befaßt und 1878 einen brauchbaren Motor gebaut, der aber im Gegensatz zu Ottos Gasmotor nach dem Zweitakt-Prinzip arbeitete, also bei der Aufwärtsbewegung des Kolbens fast gleichzeitig

die verbrannten Gase ausstieß und die frischen Gase aus dem Kurbelgehäuse in den Zylinder strömen ließ. Während des Arbeitstaktes, also beim Abwärtsgehen des Kolbens, wurde das Frischgas im Kurbelgehäuse vorverdichtet.

1885 schuf Benz ein dreirädriges Motorfahrzeug mit einem elektrisch gezündeten Viertakt-Benzinmotor, das 1886 erstmals durch Mannheim fuhr.

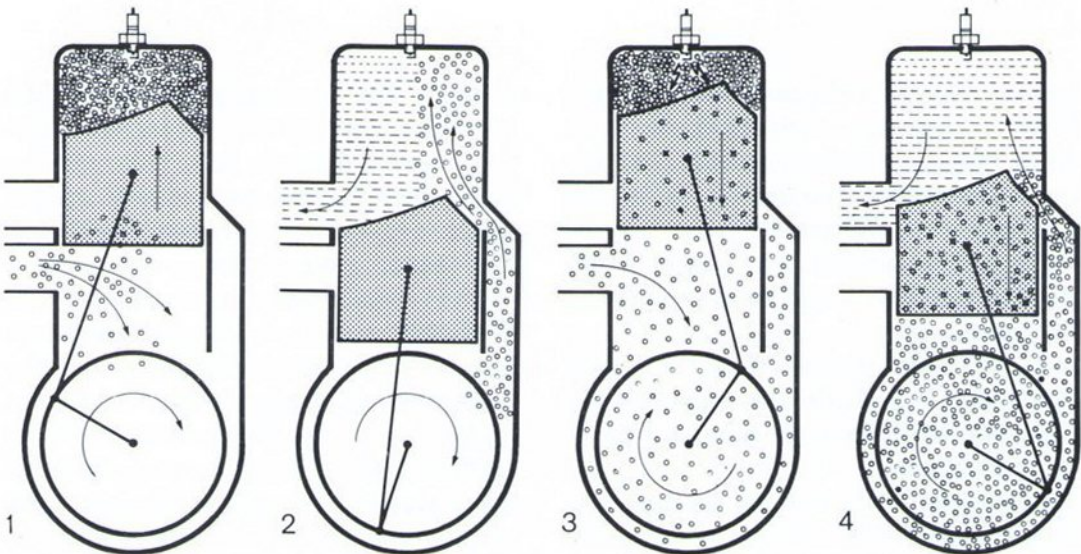
Doch noch im gleichen Jahr konnte Gottlieb Daimler gleichziehen. Er verfügte mittlerweile über einen 1,5 PS abgebenden und vor allem recht zuverlässig arbeitenden Viertakt-Motor, den er der Einfachheit halber unter die Sitzplattform eines hölzernen Kutschwagens setzte.

Die Deichsel des Gefährtes nahm



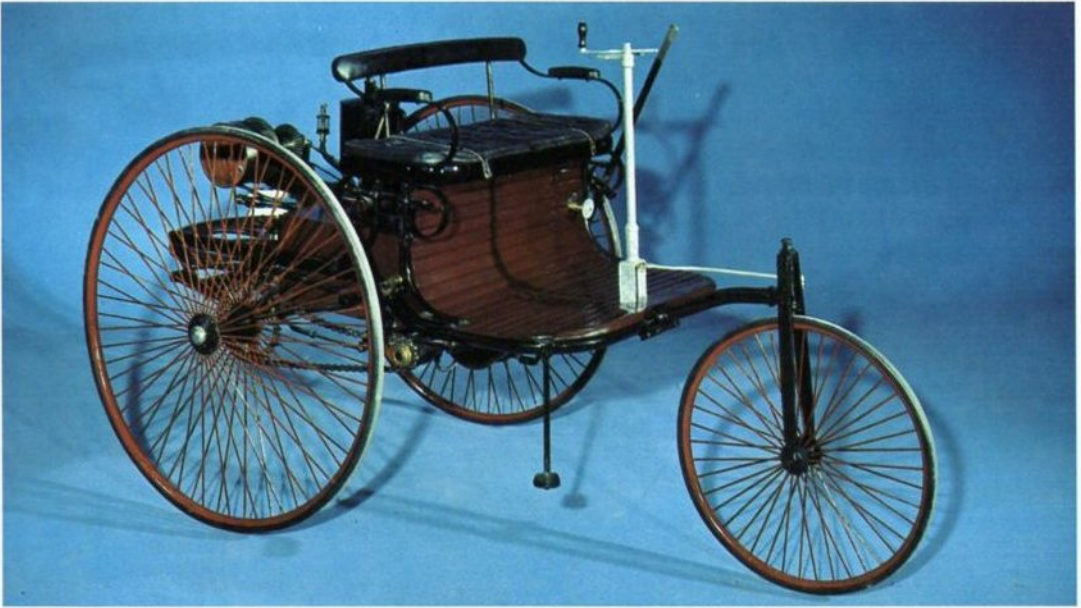


Das erste Motorrad der Welt baute Gottlieb Daimler. Sein „Petroleum Reitwagen“ aus dem Jahre 1885 wog 90 kg und hatte einen 260 ccm Einzylinder-Motor, der mit einer Leistung von nur einem halben PS eine Geschwindigkeit von 12 km/h erlaubte.

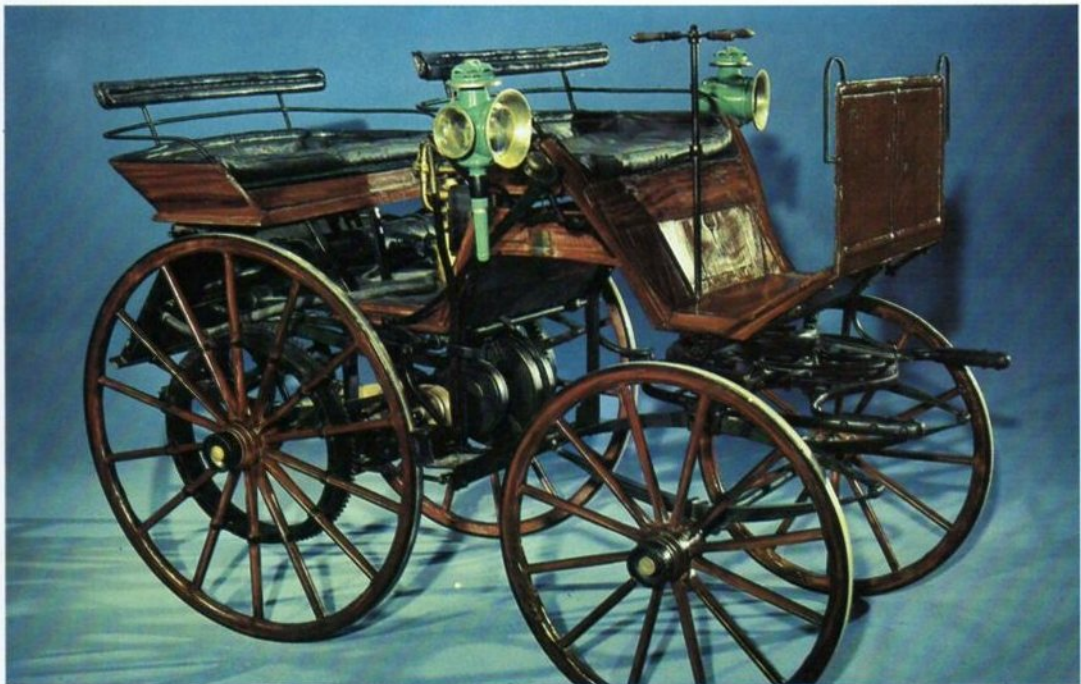


Der Zweitakt-Motor verrichtet bei jeder Umdrehung seiner Kurbelwelle Arbeit. Das Frischgas wird bei aufwärtsgehendem Kolben zunächst in das Kurbelgehäuse gesaugt (1) und wird dann durch Überströmkanäle in der Zylinderwand am Kolben vorbei in den Zylinder geführt (2), wo es verdichtet und gezündet wird (3). Auspuffen und Überströmen überschneiden sich (4).





Feingliedrig wirkte der Benz-Patent-Motorwagen aus dem Jahre 1886. Das Dreirad-Fahrzeug hatte vollgummibereifte Speichenräder und erreichte mit seinem liegend eingebauten 1-Zylinder-Viertakter knapp 15 km/h. Der Motor hatte einen Hubraum von 980 ccm und leistete 0,89 PS bei 400 Umdrehungen in der Minute. Die Zündung erfolgte elektrisch. Das stolze Gefährt wog 230 kg.



Gottlieb Daimler setzte seinen Ein-Zylinder-Viertakt-Motor, der bei einem Hubraum von 460 ccm 1,1 PS leistete, einfach unter einen hölzernen Kutschwagen. Seine Motorkutsche von 1886 schaffte 18 Kilometer in der Stunde. Getankt wurde beim Apotheker.

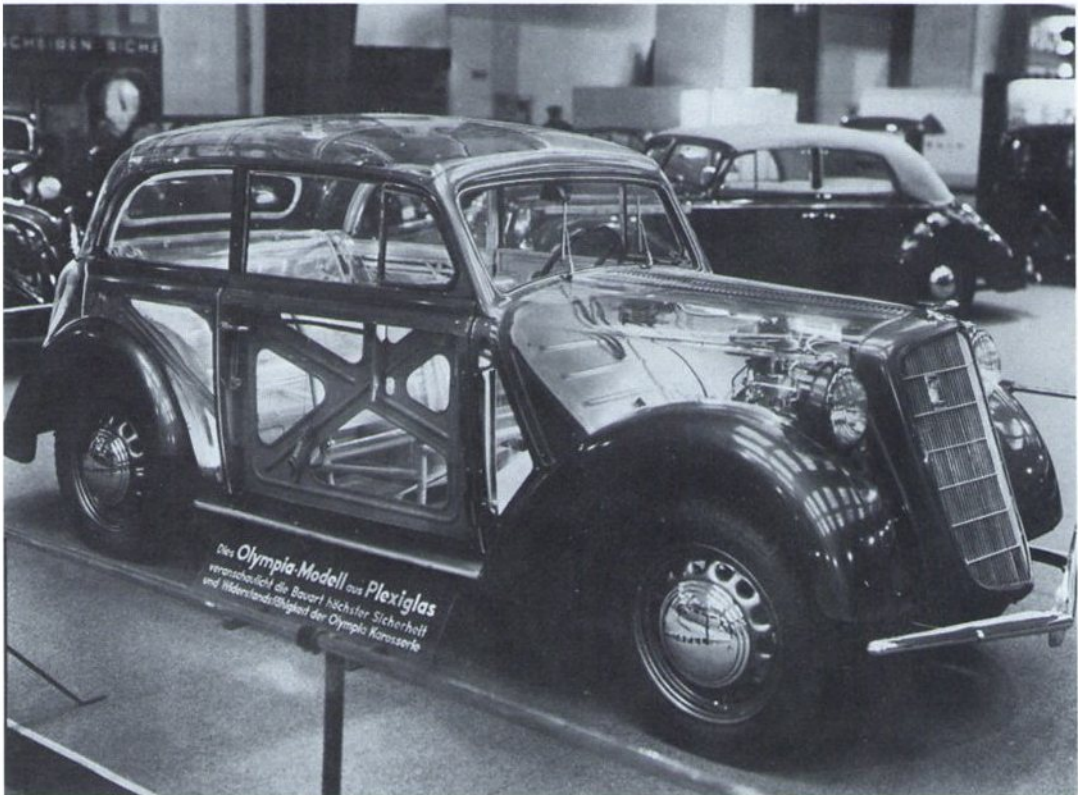


Daimler ab und sah eine Kurbelmechanik zur Lenkung der Vorderachse vor. Aus der angeblich für seine Frau angeschafften Pferdekutsche war ein Auto geworden, das stolze 18 Kilometer pro Stunde zurückzulegen vermochte.

Auch Daimler zog es nach Cannstadt, wo er 1890 die Daimler-Motoren-Gesellschaft gründete. Seine ab 1900 unter dem Markennamen Mercedes verkauften

Wagen bewährten sich auf Landstraßen wie auch im Renneinsatz. Das Unternehmen zog 1904 nach Untertürkheim um. 1926 schlossen sich das inzwischen in eine Aktiengesellschaft übergegangene Benz'sche Unternehmen Benz & Cie. und die Daimler-Motoren-Gesellschaft zur heutigen Daimler-Benz AG zusammen.

Daimler und Benz hatten der Idee des Autos zum Durchbruch verholfen. Noch



Das erste Auto mit einer selbsttragenden Karosserie war der Opel Olympia aus dem Jahre 1937, der damals als durchsichtiges Plexiglasmodell dem staunenden Publikum vorgestellt wurde. Bis in die dreißiger Jahre baute man Autos aus einem weitgehend aus Metall bestehenden Fahrwerk, auf das dann ein überwiegend aus Holz hergestellter Aufbau aufgesetzt wurde. Wer der eigentliche Erfinder der selbsttragenden Bauweise war, läßt sich heute kaum noch ermitteln. Den Anstoß zu dieser Entwicklung hatte ein Opel-Techniker namens Stief gegeben. Ihm war aufgefallen, daß auf den Schrottplätzen die Rahmen der Altagautos übrigblieben, während die Aufbauten verrotteten. Er regte an, dieses Mißverhältnis zu ändern. Man begann bei einer mit Blech verkleideten, also stabileren Holzkarosserie, bei der das Holz allein das tragende Element war. Über Karossen, bei denen Bleche erstmals auch tragende Aufgaben übernahmen, kam man schließlich zur selbsttragenden Ganzstahl-Karosserie, die heute üblich ist und vor rund 40 Jahren mit dem Olympia erstmalig in die Serienfertigung eingeführt wurde.



vor der Jahrhundertwende entstanden überall in Europa wie auch in Amerika kleine und auch größere Automobilfabriken, die einen aus ehemaligen Dampfmaschinen-Fabriken wie de-Dion-Bouton oder Bollée in Frankreich, andere aus Fahrradfabriken wie Opel in Rüsselsheim. Dort hatte Adam Opel bereits 1863 eine bescheidene Nähmaschinenfabrik gegründet und 1886 begonnen, auch Fahrräder zu bauen. Als erfolgreiche Radrennfahrer sorgten die Söhne Adam Opels für eine zugkräftige Werbung für Opel-Räder. Als 1898 der Absatz von Fahrrädern ins Stocken geriet, wandten sich die Opel-

Brüder, die Zeichen der Zeit erkennend, dem Auto zu. Das Zeitalter des Automobils hatte endgültig begonnen. Aber als Auto des kleinen Mannes blieb auch das Fahrrad aktuell, das inzwischen luftbereift und mit Freilauf ausgestattet einen hohen Entwicklungsstand erreicht hatte. Fahrrad, Motorrad und Auto als jüngste Kinder der Technik ließen die Entfernungen schrumpfen. Nur wer zu Fuß unterwegs war, hatte es nach wie vor schwer. Doch auch das sollte nicht mehr lange so sein, wenn es nach einem klugen Kopf gegangen wäre, dessen Erfindung Wolfgang kürzlich im Deutschen Patentamt in



*Selbsttragende Bauweise heute: Während am Boden der Motor mit der Vorderachse sowie die Hinterachse auf besonderen Montageböcken auf dem Fließband herangeleitet, senkt sich aus einer Luke in der Hallendecke an einem Hängeförderer die fertige Karosserie herab. In dem Augenblick, in dem Karosserie und Fahrwerk exakt zusammengefügt sind, gleiten die Verbindungsbolzen durch die Passungen. Elektrische Schrauber ziehen die Muttern in Sekundenschnelle fest.*





*Die fünf radelnden Rüsselsheimer Brüder Carl, Wilhelm, Heinrich, Fritz und Ludwig Opel auf ihrem aufsehenerregenden Quintuplet.*

München aufstöberte, ein Paar Siebenmeilenstiefel, die wie eine Kreuzung zwischen Schaukelpferd und Skiern anmuten. Doch davon soll Wolfgang selbst berichten, denn er hat dieses kuriose Patent nicht nur ausgegraben, sondern auch nachgebaut und selbst ausprobiert.

### **Mit Siebenmeilenstiefeln unterwegs**

Ja, der Erich hat gut lachen - der mußte nicht die Strapazen auf sich nehmen, die ich mir - allerdings freiwillig - angetan habe. Ich will euch ganz kurz erzählen, wie es dazu kam, daß ich auf Siebenmeilenstiefeln von Köln nach München gelaufen bin.

In meinem Hauptberuf bin ich Wissenschaftsredakteur beim Westdeutschen Rundfunk in Köln. Als 1977 das Deutsche Patentamt 100 Jahre alt wurde, machte ich zu dessen Geburtstag einen Film, der alte und neue Erfindungen zeigte.

Bei meinen Recherchen zu diesem Film (man nennt das so, wenn man herumfährt und Informationen sammelt) stieß ich auf ein Patent aus dem Jahre 1903, das schlicht und einfach „Vorrichtung zur schnelleren Fortbewegung von Personen“ hieß. Oho, dachte ich, das ist was für mich: kein Auto mehr, es gibt keinen Stau auf der Autobahn usw. - nur Vorteile. Also ließ ich diese tollen Siebenmeilenstiefel in unserer Werkstatt genau nach der Patentvorlage bauen, ein Kostümbildner vom WDR zog mich zünftig an - mit Kniebundhosen, Skischuhen, Rucksack - ein richtiger Wandervogel.

Voller Erwartung stieg ich dann an einem schönen Sommermorgen auf die vielgepriesenen Siebenmeilenstiefel. Der Kameramann hatte sich schon eingerichtet, der Ton-Ingenieur ließ das Band laufen - und ich nahm die beiden Stöcke in die Hand.

Mutig wagte ich den ersten Schritt, ja - und dann passierte es - ich lag flach auf

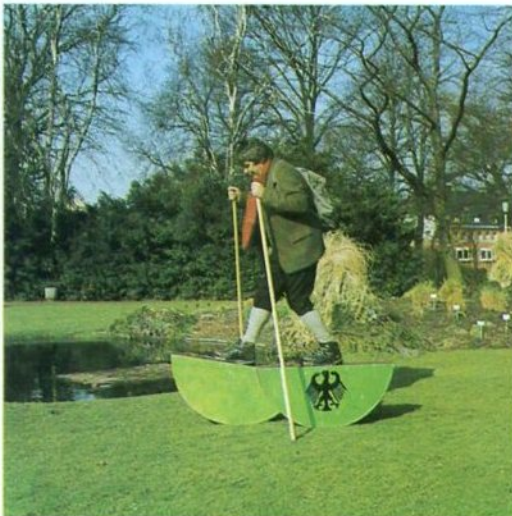




*In Köln ging's los*

dem Hintern. Der Kameramann lief davon und lachte sich kaputt. „Abwarten, meine Herren!“ rief ich, denn so schnell wollte ich mich nicht geschlagen geben. Ein zweiter Versuch: immerhin kam ich jetzt schon etwa 3 Meter weit, bevor das Unglück wieder passierte. Ich zweifelte allmählich an der Qualität dieser Erfindung.

Aber schließlich kam ich dann doch noch in München im Patentamt an und wurde sogar vom Präsidenten per Hand-



*In voller Fahrt*

schlag begrüßt (euch sag' ich's ins Ohr: die Zwischenstationen fuhr ich mit dem Auto und holte die Wanderstiefel nur heraus, wenn die Kamera aufgebaut war).

Ich muß ehrlich gestehen, daß das Autofahren uns auch weiterhin mehr Spaß macht, als auf diesen komischen Kurvenschuhen herumzukraxeln.

Zugegeben, ich habe da ganz gut reden, denn ihr dürft ja noch keinen Führerschein machen. Aber dieses Buch wäre kein Erfindungsbuch, wenn uns zu diesem Thema nichts einfallen würde. Auch ihr könnt das Autofahren richtig lernen.



*In München begrüßte mich Dr. Erich Häußer, der Präsident des Deutschen Patentamtes, und bewunderte die Erfindung.*

### **Mit dem Porsche auf Rundkurs**

Als Student arbeitete ich vor einigen Jahren in den Semesterferien in der Versuchsabteilung einer Autobremsenfabrik. In den ersten Tagen wunderte ich mich immer wieder über das, was meine Kollegen in der Mittagspause so trieben. Kaum hatten sie gegessen, so holten sie ein großes Blatt hervor, spannten es auf eine Zeichenmaschine und begannen erst einmal heftig zu diskutieren.



Am Anfang verstand ich gar nichts - ich überlegte mir nur, ob meine Kollegen vielleicht einen kleinen Tick hätten, denn was sollten diese Sätze wohl: „Deine Karre ist ganz schön lahm; ich bin dir in der Kurve davongefahren; hast du gemerkt, wie ich die Mühle herumgerissen habe usw. ?“

So nach und nach begriff ich den Sinn dieses Spiels. Auf dem großen Papier war haargenau die Strecke des Nürburgrings aufgezeichnet, und die Kollegen fuhren mit Bleistift und Kugelschreiber gegeneinander.

Jeder versuchte, als Erster am Ziel zu sein. Natürlich, ohne dabei herauszufliegen, denn auch das ist bei diesem Spiel möglich.

Später, nachdem ich alles kapiert hatte, durfte ich dann auch mitspielen, und ich denke noch heute an den Tag zurück, als ich einmal „Zweiter“ wurde; das war schon eine große Leistung, denn meine Kollegen waren richtige Profi-Versuchsfahrer und wußten genau, wie man mit dem Auto umzugehen hat. Dieses interessante Spiel, das ich euch gleich genau erklären werde, hat sogar einen echten wissenschaftlichen Hintergrund.

Der Leiter der Versuchsabteilung erklärte mir, daß man bei der Firma Porsche mit diesem Spiel - in etwas verfeinerter Form - die Ideallinie einer Rennstrecke ermittelt hat. Wißt ihr, was eine Ideallinie ist? Nun, man kann eine Strecke gut oder schlecht fahren, man kann die Kurven anschneiden oder weit ausholen. All dies können wir bei unserem Rennspiel auch, so daß es richtig Spaß macht, den Freund oder die Freundin auf der Strecke abzuhängen.

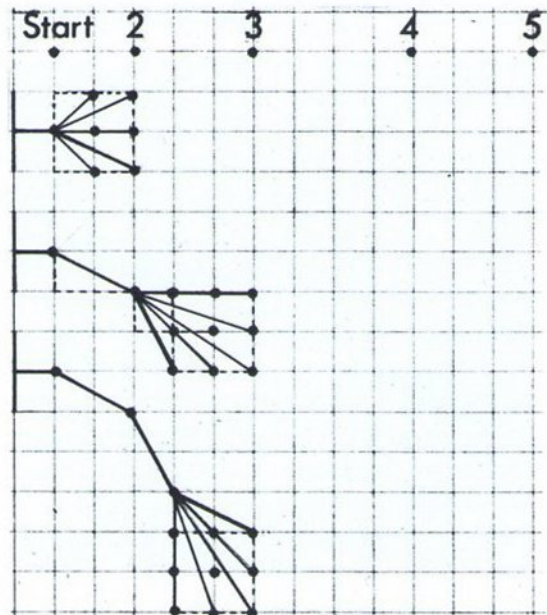
## Wie es geht

Zuerst benötigt ihr ein Blatt kariertes Papier und einen Bleistift. Schaut euch das kleine Prinzip-Bild genau an. Ihr seht, daß die Strecke in kleinen Teilstücken gefahren wird. Die Länge eines jeden Stückes entspricht der gerade gefahrenen Geschwindigkeit; kurze Strecke - geringe Geschwindigkeit, lange Strecke - große Geschwindigkeit. Von Schritt zu Schritt kann man nur in einem bestimmten Maß die Geschwindigkeit verringern oder vergrößern - also bremsen oder beschleunigen.

Dies entspricht genau der Wirklichkeit, denn mit einem Auto benötigt man auch eine Brems- oder Beschleunigungszeit. Auch beim Lenken kann nicht gehext werden.

Von Schritt zu Schritt kann immer nur ein Teil der Kurve gefahren werden.

Das Auto steht auf der Startlinie – Tempo 0. Wir beschleunigen – und zwar ist unser Motor so stark, daß wir im ersten Schritt ein Kästchen fahren können. Jetzt haben wir die Geschwindigkeit „ein Kästchen“ und würden, wenn wir nichts mehr





unternähmen, geradeaus fahren bis zum nächsten Kästchen. Wir wollen aber schneller werden und beschleunigen deshalb nochmals um ein Kästchen. Die Geschwindigkeit ist jetzt „zwei Kästchen“. Beim nächsten Schritt können wir um eins beschleunigen und haben „drei Kästchen“ usw.

Ihr erkennt, daß man auf diese Art immer schneller werden kann. Aber das Bremsen dauert genauso lang, jeweils nur ein Kästchen weniger, wie ihr auf der oberen Zeichnung seht.

So, jetzt kommt das Kurvenfahren dazu. Fangen wir noch einmal beim Start an. Erster Schritt: ein Kästchen – wir würden gerade weiterfahren, wenn . . . aber wir tun etwas. Wir haben die Möglichkeit, um den gedachten Punkt herum, wo wir hinkämen, wenn wir nichts tun würden, alle eingezeichneten Punkte des Vierecks, das aus vier Kästchen besteht, vom ersten Punkt aus anzufahren – also entweder geradeaus mit Beschleunigung oder nach links oder rechts einzuschlagen.

Im Bild darunter haben wir uns entschieden – nach rechts mit Beschleunigung. Jetzt kämen wir beim Nichtstun zu dem Punkt, der in der Mitte des neuen Kastens eingezeichnet ist. Diesen Punkt findet man am besten, wenn man das eingezeichnete Dreieck der alten Strecke einfach dahinter neu anlegt, also ein Kasten senkrecht, zwei waagrecht, und der neue Punkt ist gefunden.

Ihr seht, daß wir jetzt wieder eine Menge Möglichkeiten haben – zu lenken, zu bremsen oder zu beschleunigen. Wir entscheiden uns für eine Möglichkeit, tragen das entstehende Dreieck wieder ab, zeichnen den Kasten um den gefundenen Endpunkt herum und entscheiden uns wieder.

Auf diese Art könnt ihr jede Strecke auf dem Papier fahren. Das klingt vielleicht noch etwas schwierig, aber ihr werdet

sehen, daß ihr nach ein paar Versuchen, das Prinzip sehr schnell gelernt habt und nachher gar keine Kästchen mehr zeichnen müßt. Aller Anfang ist eben schwer.

Auf dem großen Bild habe ich mit einem Freund einen Rundkurs für euch gefahren. Ihr seht, daß ich den Burschen ganz schön abgehängt habe.

Wenn ihr die Punkte zählt, so könnt ihr genau sehen, wer am schnellsten durch die Strecke gekommen ist. Dies ist eine gute Möglichkeit, das Spiel auch mit sich selbst zu veranstalten. Beim zweiten Durchlauf versucht ihr eben, mit weniger Punkten ans Ziel zu kommen.

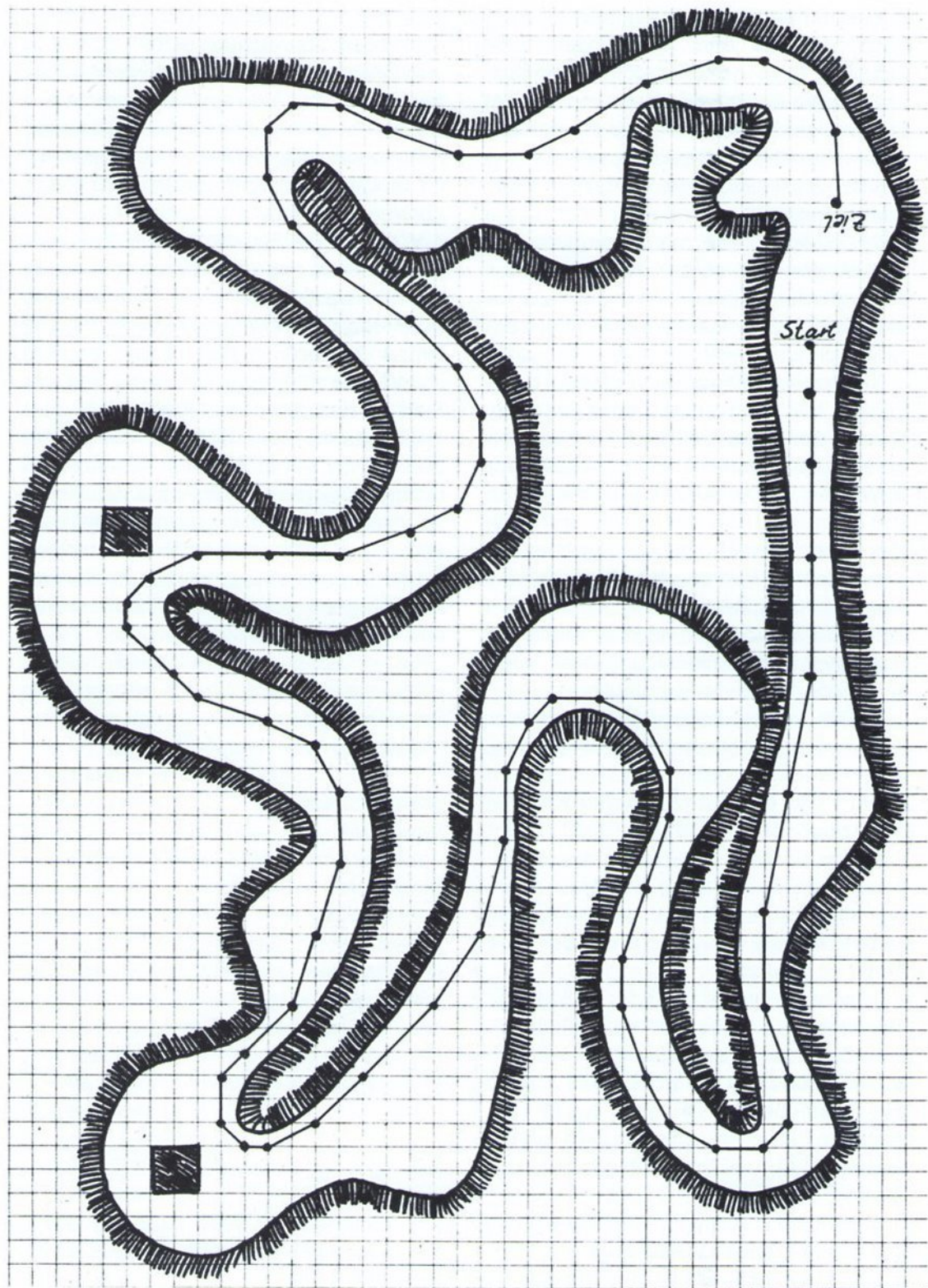
Ihr könnt euch natürlich noch viele Spielregeln selbst einfallen lassen, zum Beispiel, daß jemand, der über den Randstreifen fährt, einmal oder zweimal aussetzen muß; wer auf einer Betonmauer landet, von vorne beginnt, wer Zuschauer anfährt, unter Aufsicht den Führerschein neu machen muß usw., usw.

So, viel Spaß und unfallfreies Fahren.

(Aber spielt nicht allzuoft während der Schulstunden.)

*Auf der nächsten Seite habe ich einen Rundkurs gefahren. Probiert einmal, ob ihr es besser schafft.*







## Für die Küche erfunden

Nun ja, wenn ich so an die gute alte Laufmaschine des Herrn Drais oder die von dir, lieber Wolfgang, ausgegrabenen Siebenmeilenstiefel aus dem vorigen Jahrhundert denke, komme ich fast schon beim bloßen Lesen ins Schwitzen. Nach einer Tagestour mit solch altertümlichen Kilometerfressern war man sicherlich ganz schön geschafft und hatte bestimmt einen Bärenhunger. Dann mußte der Wirt bei der Rast wohl ganz schön auftischen, um den abgestrampelten Wanderer wieder auf die Beine zu bringen. Dabei fällt mir ein, daß es auch eine ganze Reihe von Erfindern gibt, sie sich Gedanken um das leibliche Wohl ihrer Mitmenschen machten und mit ihren Geistesblitzen dafür sorgten, daß die Menschen satt werden und daß verderbliche Nahrungsmittel länger halten. Dabei ist auch einiges, das man selbst mit relativ einfachen Mitteln nachvollziehen kann.

### Napoleon und die Margarine

So manche Erfindung wird von Tüftlern aus eigenem Antrieb im stillen Kämmerlein ausgebrütet, andere liegen sozusagen in der Luft, die Zeit ist eben reif für den großen Wurf, der dann oft nicht nur einem gelingt. Viele Erfindungen wurden und werden auch noch heute beinahe auf Bestellung gemacht, um ein bestimmtes Problem zu lösen, das auf den Nägeln brennt.

So war es auch mit der Erfindung der Margarine. Sie wurde auf Veranlassung des französischen Kaisers Napoleon III. erfunden, und der Anlaß für den kaiserlichen Auftrag war ein zunehmender Mangel an Speisefett. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts drängten in Europa

immer mehr Menschen vom Land in die Städte, wo immer mehr Industriebetriebe entstanden und den Menschen Arbeit boten. Das Fettangebot an Butter, Speck, Schmalz, Rindertalg und Hammelfett blieb bei der rasch wachsenden Bevölkerung mehr und mehr hinter dem Bedarf zurück. Besonders groß war die Nachfrage nach streichfähigen Nahrungsfetten, weil viele Menschen nun in Fabriken arbeiteten, in denen es damals noch keine Kantinen gab, so daß die Menschen auf mit Fett bestrichene Brote angewiesen waren. Streichfette wurden mit der Zeit immer knapper und teurer und für viele Menschen schließlich unerschwinglich.

Kaiser Napoleon III. sah nicht nur die Not seiner Untertanen, sondern dachte auch an seine Soldaten, deren Versorgung mit Fett durch den allgemeinen Mangel an Streichfetten immer schwieriger wurde. Zu allem Überfluß war die Haltbarkeit von Butter damals recht gering, da



Hippolyte Mège-Mouriès.



man eine Lagerung in Kühlhäusern, wie sie heute üblich ist, noch nicht kannte. So wandte sich der Kaiser 1867 an den Wissenschaftler Hippolyte Mège-Mouriès und beauftragte ihn, herauszufinden, „wieweit es möglich sei, billige Butter für die Versorgung der Armee, der Seestreitkräfte und der unteren Bevölkerungsschichten herzustellen, die nicht nur billiger, sondern auch von besserer Haltbarkeit als die bisherige Butter sein sollte.“

Der findige Mège-Mouriès war ein gründlicher Mann und setzte bei seinen Überlegungen gleichsam an der Wurzel des Problems an, nämlich bei der Kuh. Für ihn galt es, herauszufinden, auf welche Weise im Körper der Kuh Milchfett gebildet wurde, und er hoffte, daß es ihm gelingen werde, diesen Vorgang künstlich nachzuahmen. Ein wichtiger Schritt nach vorn war die Erkenntnis, daß Kühe selbst dann noch Milch und Milchfett produzieren, wenn sie tagelang kein Futter erhielten. Mège-Mouriès zog daraus den Schluß, daß das begehrte Milchfett nicht direkt aus dem Futter stammen konnte. Wenn die Kuh in der Lage war, fetthaltige Milch zu liefern, selbst wenn man sie längere Zeit nicht fütterte, mußte das Fett im Körper des Tieres gespeichert sein. Als Quelle kamen eigentlich nur die weichen Bestandteile des Rindertalgs in Frage.

Also nahm Mège-Mouriès frischen Rindertalg, reinigte ihn sorgfältig, zerkleinerte ihn und schmolz bei möglichst niedriger Temperatur mit Wasser das reine Fett aus. Durch Abpressen bei 25 °C erhielt er neben einem starren Gemisch aus Stearin und Palmitin, das sich zu Kerzen weiterverarbeiten ließ, ein flüssiges Fett, das sogenannte Oleomargarin.

Dieses hochwertige neutrale Fett verbuttert er mit frischer Milch und Wasser und erhielt ein streichbares, haltbares Speisefett von angenehmem Geschmack, das sich wie Butter verwenden ließ.



So wurde 1874 in New York Margarine hergestellt: Zunächst wurde der Fettrohstoff, Rindertalg, in einer Fetthackmaschine zerkleinert.



In großen hölzernen Bottichen, die mit Dampf beheizt wurden, schmolz man das reine Fett aus dem Talg und dem Fettgewebe.

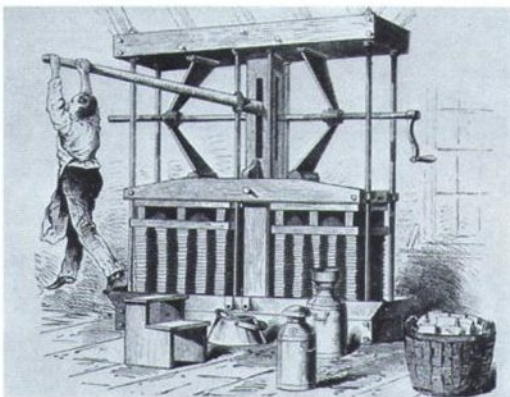




Das gefilterte und gereinigte flüssige Fett goß man anschließend in Formen und ließ es erkalten.



Das abgepreßte Olein wurde in hölzernen Mischtrommeln mit Milch vermischt, und man erhielt ein streichfähiges Speisefett, die Margarine.



Aus den erstarrten Fettpaketen wurde dann mit einer großen Presse das Olein herausgepreßt. Eine Arbeit, die, wie man sieht, den ganzen Mann erfordert.



Zum Schluß wurde die Margarine noch einmal tüchtig durchgeknetet und anschließend in Fässer abgefüllt oder verpackt.



Wegen seines perligen Schimmers nannte der Erfinder sein neues Streichfett in Anlehnung an das griechische Wort „margaron“ (= Perle) Margarine. Zum Schutz gegen unbefugte Nachahmer ließ sich Mège-Mouriès seine Erfindung 1869 patentieren, und bereits fünf Jahre später wurden nach seinem nun geschützten Verfahren in Europa und Amerika bereits erhebliche Mengen Margarine produziert. Neu entstandene Margarine-Fabriken stellten nun im Großverfahren her, was der Erfinder sich in langwierigen Einzelversuchen vorantastend entwickelt hatte. Das neue Streichfett war nur halb so teuer wie Butter und fand reißenden Absatz. Und so gab es bald neue Probleme. Die Rohstoffe für die Margarineherstellung wurden knapp. Bereits um 1880 begann man, bei höheren Temperaturen ein festes Oleomargarin aus dem Talg zu pressen, das man dann durch Zusatz von

pflanzlichen Ölen wie Baumwollsaamenöl, Erdnußöl und Olivenöl streichfähig machte. Außerdem wurden bald auch andere tierische Fette wie Schmalz, Speck und sogar Hammeltalg verarbeitet. So ließ sich zwar zeitweise das Mengenproblem lösen, aber besser wurde die Margarine so nicht.

Die heutige schmackhafte und durch ihre besondere chemische Zusammensetzung auch als besonders gesund geltende Margarine verdanken wir dem deutschen Chemiker Wilhelm Normann, der 1902 herausfand, daß sich flüssige Pflanzenöle in feste Fette verwandeln lassen, wenn man Wasserstoff an die Ölmoleküle anlagert. So wurde es möglich, aus den für die Ernährung so wertvollen, zugleich aber preiswerten Pflanzenölen feste Fette zu gewinnen.

Bei der heute in der Bundesrepublik hergestellten Qualitäts-Margarine bestehen mehr als 90 Prozent der Rohstoffe aus pflanzlichen Ölen und Fetten. 1975 wurden bei uns nicht weniger als 500.000 Tonnen Margarine hergestellt, woraus leicht zu ersehen ist, wie wichtig die Margarine



Wilhelm Normann, ein deutscher Chemiker, fand 1902 einen Weg, flüssige Pflanzenöle in feste Fette zu verwandeln.



Und so wird heute in großen Fabriken Margarine hergestellt.

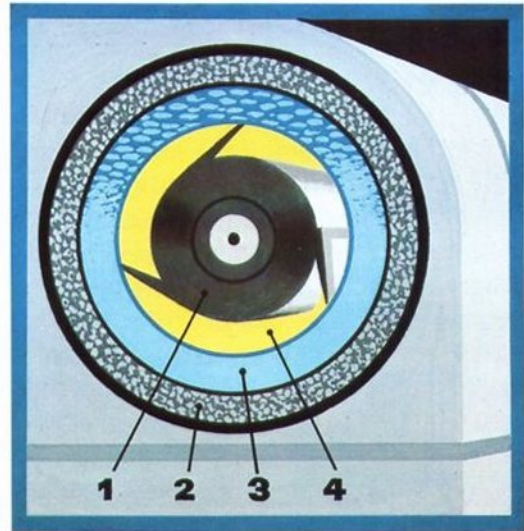


für unsere Ernährung ist. Sie ist auch längst kein Arme-Leute-Brottaufstrich mehr, sondern wird von vielen gesundheitsbewußten Menschen vorgezogen. Unsere moderne, hochwertige Margarine wird hauptsächlich aus Pflanzenrohstoffen wie Sojaöl, Sonnenblumenöl, Erdnußöl, Baumwollsaatöl, Kokosfett, Palmöl und Palmkernfett hergestellt. Diese Öle und Fette werden in Ölmühlen gewonnen, gereinigt und teilweise durch Härtung von Ölen in feste und halbfeste Fette umgewandelt.

Neben etwa 80 Prozent Ölen und Fetten enthält unsere Margarine 20 Prozent entrahmte Frischmilch beziehungsweise Wasser sowie die Vitamine A und D. Das im Palmöl enthaltene Provitamin A gibt der Margarine ihr zartgelbes Aussehen. Die pflanzlichen Öle steuern ihren natürlichen Gehalt an Vitamin E bei. Außerdem werden der Margarine bei der Herstellung 0,1 bis 0,2 Prozent Salz, etwas Lezithin zur Stabilisierung der innigen Mischung feinstverteilter Fett-, Öl- und Wasserteilchen und schließlich eine Spur Stärke zugesetzt. Letztere läßt sich chemisch leicht nachweisen und dient zur sicheren Unterscheidung gegenüber der Butter.

Im Margarinewerk werden Fette und Öle in einem genauen Verhältnis zusammengestellt. Leichtes Erwärmen macht aus den halbfesten und festen Fetten und den flüssigen Ölen eine gleichförmige Mischung, die bei der späteren Abkühlung wieder fest wird. Dieser sogenannten Fettkomposition werden die fettlöslichen Zutaten (Vitamine und Lezithin) zugesetzt.

Getrennt davon mischen die Margarine-Macher entrahmte Milch oder Wasser mit verschiedenen wasserlöslichen Zutaten. Dann wandern die wässrige Phase (Milch und Zutaten) wie auch die Fettphase (Fettbestandteile + Vitamine + Lezithin) immer noch getrennt zu einer Dosieranlage, die automatisch vier Fünftel der Fett-



*Im Schnellkühler werden Fettphase und die sogenannte wässrige Phase miteinander gerührt und geknetet und zugleich gekühlt. In diesem Schnittbild erkennt ihr die rotierende Welle mit den Schabemessern (1), umgeben von der Wasser-Fett-Emulsion (4), die durch ein außen um den Schnellkühler fließendes Kältemittel (3) gekühlt wird. Das Ganze ist durch einen äußeren Isoliermantel (2) gegen die höhere Umgebungstemperatur geschützt.*

mischung mit einem Fünftel der wässrigen Mischung in einen Schnellkühler leitet, wo die Mischung gerührt, geknetet und gekühlt wird. An den Wänden der röhrenförmigen Schnellkühler setzt sich eine dünne erstarrte Schicht ab, die von Schabemessern abgestreift und geknetet wird. So ergibt sich eine innige Verbindung zwischen der Fettphase und der wässrigen Mischung zu geschmeidiger, streichfähiger Margarine, die dann automatisch in Becher abgefüllt oder in Würfel abgepackt wird.

All dies geschieht unter Luftabschluß und ohne daß eines Menschen Hand mit den Margarine-Zutaten in Berührung kommt, so daß beim Besuch eines modernen Margarinewerkes eigentlich nicht viel zu sehen ist.



## Margarine selbstgemacht

Wenn ihr trotzdem einmal mit eigenen Augen verfolgen wollt, wie Margarine entsteht, so solltet ihr einfach einmal selbst Margarine herstellen. Das ist gar nicht so schwierig, wie es vielleicht klingt. Alle Zutaten und Geräte, die ihr für euren Versuch braucht, gibt es in Mutters Küche.

An Zutaten werden benötigt:

- 200 Gramm Kokosfett
- 50 Gramm Pflanzenöl
- 20 Gramm Dickmilch
- 45 Gramm eisgekühltes Wasser
- 1 Eigelb
- 1 Gramm Kochsalz

Zur Verarbeitung der Zutaten braucht ihr:

- 1 Waage
- 1 elektrischen Handrührer
- 1 Gefäß für das Öl
- 1 Gefäß für das Fett  
(ca. ½ Liter fassend)
- 1 Gefäß für den Wasseransatz  
(ca. ¼ Liter fassend)
- 1 Mischgefäß (größere Schüssel)
- 1 Kochtopf mit Wasser, in den die Fett-  
schüssel zum Schmelzen des Fettes  
hineingestellt werden kann, und Eiswür-  
fel aus dem Gefrierfach des Kühlschranks.

Zunächst erwärmt ihr das Kokosfett auf Mutters Herd im Wasserbad auf 45 °C und achtet darauf, daß das Fett möglichst nicht heißer wird. Wenn es geschmolzen ist, rührt ihr mit dem langsam laufenden Handrührer (Stufe 1) das Öl unter das Fett. Die Mischung müßt ihr nun unter ständigem Rühren auf Zimmertemperatur abkühlen lassen. Ununterbrochenes Rühren ist wichtig, damit sich Öl und Fett innig mischen und die sogenannte Fettphase bilden.

Diese wird in das Mischgefäß gegossen, das zur Kühlung in einen größeren mit



*Im Eiswasserbad könnt ihr mit einem Haushaltsrührer Margarine selbst herstellen.*

Wasser und Eiswürfeln gefüllten Topf gesetzt wurde.

Nun könnt ihr nacheinander die im Kühlschrank vorgekühlten Zutaten, die zusammen die wässrige Phase bilden, in die Fettphase einrühren, und zwar zuerst 45 Gramm *Eiswasser* (Leitungswasser mit Eisstücken, die beim Eingießen zurückgehalten werden), dann die *Dickmilch*, dann das *Eigelb* und schließlich das *Salz*.

Wichtig für ein gutes Gelingen eurer hausgemachten Margarine ist, daß Eiswasser und Dickmilch möglichst kalt sind, denn um so rascher erfolgt die Kristallisation, d. h. wird die Masse fest. Bei der Zugabe des Eiswassers müßt ihr darauf



achten, daß keine Eisstücke in die Fettmischung geraten.

Fettphase und wässrige Phase müßt ihr nach der Vormischung mit dem Handrührgerät bei mittlerer Geschwindigkeit so lange schlagen, bis die Masse steif wird und Margarine entstanden ist. Je kräftiger gerührt wird, um so intensiver verbinden sich Fett und Wasser, denn durch das Rühren werden die Bestandteile in feinste Tröpfchen zerkleinert und verteilt. Je kleiner die Wassertröpfchen sind, desto stabiler ist die Emulsion. Es ist übrigens nicht zweckmäßig, den Rührer auf höchste Geschwindigkeit zu schalten, weil hierbei die Masse durch Reibung zu warm würde. Also Geduld bewahren und bei mittlerer Geschwindigkeit rühren. Wenn ihr es euch zu einfach macht, wird die Margarine „wasserlässig“. Sie scheidet das nicht fein genug verteilte Wasser in Form von großen Wassertropfen an der Oberfläche ab.

Wenn eure selbstgemachte Margarine in ihrer Steifheit etwa der fertig gekauften entspricht, nehmt ihr das Mischgefäß aus dem Eisbad heraus, damit eure Margarine nicht zu fest wird.

Jetzt könnt ihr auch einmal kosten. Dabei werdet ihr feststellen, daß die selbstgemachte Margarine etwas anders schmeckt als die gekaufte. Das liegt einmal an der etwas anders zusammengesetzten Fettphase, deren Anteil an Kokosfett erhöht wurde, um ein schnelleres Kristallisieren der Masse zu erreichen. Außerdem wurde anstelle von Lezithin und Carotin, die im freien Handel nicht erhältlich sind, zum Emulgieren und Färben ein Eigelb verwendet.

Aber schlecht schmeckt unsere selbstgemachte Margarine bestimmt nicht, und sie läßt sich wie Margarine aus dem Supermarkt als Brotaufstrich oder auch zum Kochen verwenden. Versucht es einmal!

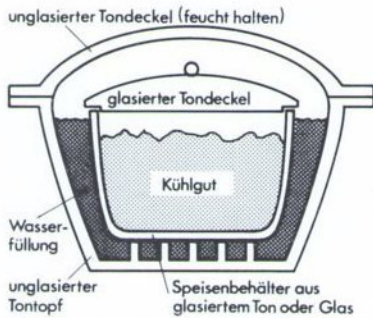
## **Kalte Küche gestern und heute**

Damit die selbstgemachte Margarine auch schön fest bleibt, stellt ihr sie am besten in den Kühlschrank. Gekühlt halten sich Nahrungsmittel bekanntlich überhaupt viel besser. Das liegt vor allem daran, daß Fäulnis und Schimmelbildung biologische Vorgänge sind, die bei Temperaturen um 20 °C und mehr ablaufen, bei niedrigeren Temperaturen jedoch stark verlangsamt, wenn nicht gar gestoppt werden, weil Bakterien und Pilze dann nicht so recht gedeihen.

Schon die alten Römer wußten dies. Sie kannten zwar noch keinen elektrischen Kühlschrank, aber es gelang ihnen trotzdem, Speisen und Getränke einigermaßen wirkungsvoll zu kühlen. Dabei nutzten sie eine physikalische Erscheinung, die auch euch wohlbekannt ist, nämlich die Tatsache, daß beim Verdunsten einer Flüssigkeit Wärme verbraucht wird oder, umgekehrt ausgedrückt, Kälte entsteht.

Wenn es zum Beispiel beim Drachensteigenlassen oder beim Modellfliegen darum geht, festzustellen, aus welcher Richtung der Wind weht, so kennt ihr sicher den alten Trick: Finger anfeuchten und in die Luft halten. Wenn ihr euch dann dreht, merkt ihr plötzlich, daß die Fingerkuppe kühl wird, und wißt sofort, daß aus dieser Richtung der Wind weht. Auch hier ist die Verdunstungskälte im Spiel. Die alten Römer machten sich die Verdunstungskälte zum Kühlen von Speisen und Getränken zunutze, die sie in unglasierten Tongefäßen aufbewahrten. In einen großen, unglasierten Tontopf mit Deckel setzten sie einen zweiten glasierten, also nicht wasserdurchlässigen Tontopf und gaben die frisch zu haltenden Lebensmittel dort hinein. In den großen äußeren Tontopf gab man Wasser, das buchstäblich durch die Poren des unglasierten Tones nach außen „schwitzte“ und auf der Ober-

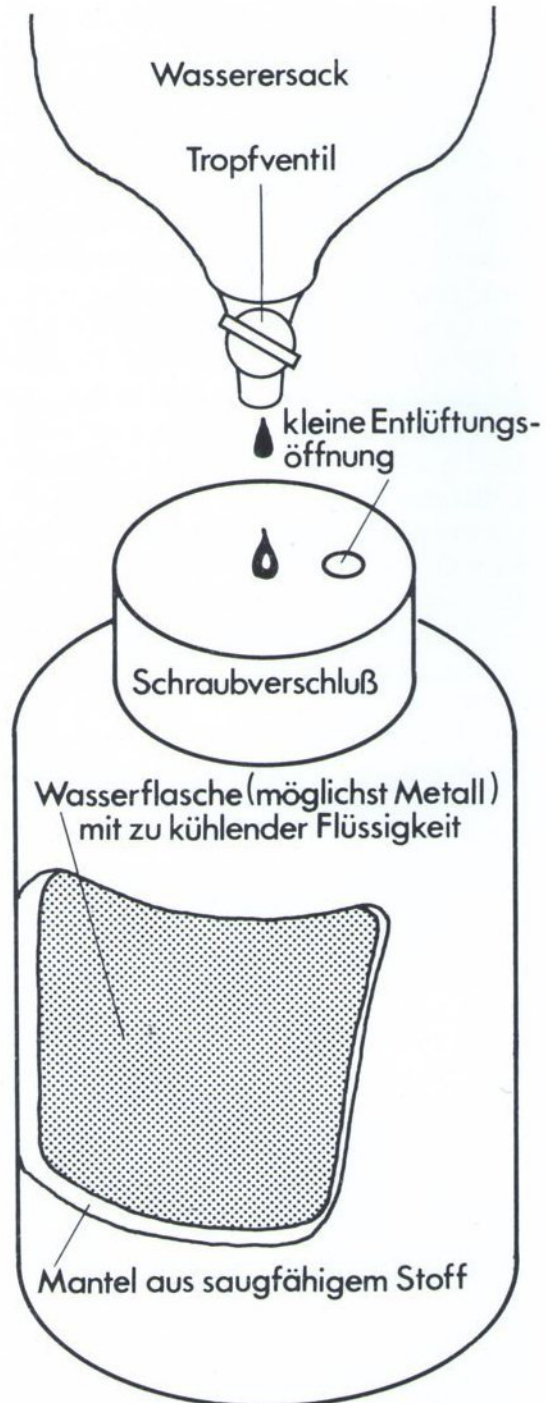




So sah der „Kühlschrank“ der alten Römer aus. Das an der Oberfläche des porösen äußeren Tontopfes verdunstende Wasser kühlte den Inhalt des inneren Gefäßes.

fläche verdunstete. Dabei wurde dem Topf samt Inhalt Wärme entzogen. Unser Körper schützt sich übrigens bei großer Hitze auf dieselbe Weise, indem er über die Haut Wasser abgibt. Der verdunstende Schweiß kühlt den Körper. Auch der bei Fieber hilfreiche Wadenwickel funktioniert auf dieselbe Weise. Wenn ihr im Sommer eine große Radtour macht, könnt ihr mit dem gleichen Trick auch Tee oder Saft kühl halten. Ihr müßt nur die Flasche mit einem saugfähigen Stoff umwickeln und diese Umhüllung stets naß halten. Im Fahrtwind verdunstet das Wasser der Flaschenumhüllung, und das Getränk wird gekühlt.

Das hat sich sogar auf Afrika-Safaris bewährt, wo es auf diese Weise gelang, das Trinkwasser stets angenehm kühl zu halten. Die Wassertemperatur stieg nie über 20 °C, obwohl das Thermometer Außentemperaturen zwischen 50 und 80 °C zeigte. Wichtig für ein einwandfreies Funktionieren ist, daß die Umhüllung stets feucht gehalten wird. Dies läßt sich aber auf einfache Weise sicherstellen, wenn ihr über der Trinkwasserflasche einen Camping-Wassersack mit Auslaufventil hängt, das ganz wenig geöffnet ist, so daß stets etwas Wasser auf die Umhüllung der Kühlflasche tropft.



In einer Flasche mit einer stets naß gehaltenen saugfähigen Umhüllung könnt ihr auf großer Fahrt Getränke kühl halten. Besonders gut funktioniert das Ganze, wenn ihr die Flasche dem Fahrtwind aussetzt.



Bereits bei niedrigen Temperaturen siedende Flüssigkeiten wie etwa das als Treibgas für Spraydosen verwendete Frigen, aber auch Alkohol sorgen für eine weit wirkungsvollere Kühlung als Wasser. Wenn ihr beim Sprühen mit einer Spraydose mit dem Finger in den Sprühstrahl geratet, könnt ihr die starke Abkühlung deutlich spüren. Es kann sogar dazu kommen, daß die Fingerkuppe durch den Kältereiz völlig gefühllos wird. Sehr deutlich ist auch die hohe Verdunstungskälte bei Alkohol oder Aceton (Nagellackentferner), wenn ihr einen Tropfen auf der Handfläche verdunsten laßt.

Niedrig siedende Flüssigkeiten für eine Verdampfungskühlung zu verwenden ist also eine feine Idee, zugleich aber auch ein teurer Spaß, denn der Dampf entfleucht auf Nimmerwiedersehen, und so müßte das Kühlmittel ständig ersetzt werden. Dies hieße nicht nur teure Rohstoffe und Energie vergeuden, sondern belastete auch unsere Umwelt über Gebühr.

Ein solches offenes Kühlsystem taugt also in der Praxis wenig. Manch einer von euch klugen Köpfen wird jetzt sicher schon gesagt haben: „Dann muß man den Dampf eben wieder zurückgewinnen!“

Genau das geschieht im Kühlschrank in Mutters Küche wie auch in der Gefriertruhe. Beide sind geschlossene Systeme, in denen das Kühlmittel ständig aus dem flüssigen Zustand in den gasförmigen übergeht, also verdampft, um anschließend wieder verflüssigt zu werden. Die Idee hierzu hatten ein Franzose namens Carré und der Münchener Professor Linde, der vor etwas mehr als hundert Jahren die nach ihm benannte Kältemaschine erfand.

## Herr Linde und der Kühlschrank

Schon im 18. Jahrhundert experimentierte man in Laboratoriumsversuchen mit verschiedenen Kältemitteln wie Schwefelkohlenstoff und schwefliger Säure. Aber erst im 19. Jahrhundert zeigte sich ein Bedarf an Kältemaschinen, woran ähnlich wie bei der bereits besprochenen Margarine wohl wieder einmal die Zusammenballung der Menschen in den Industriestädten schuld gewesen sein dürfte. Aus der sich früher selbst versorgenden Landbevölkerung wurde mehr und mehr eine auf Fremdversorgung angewiesene Stadtbevölkerung, und damit ergab sich auch das Problem der Vorratshaltung.

Die ersten Kältemaschinen benutzten als Kältemittel den bei + 35 °C siedenden Äther (zum Beispiel die Kältemaschine von Perkins aus dem Jahre 1837), doch die hohe Feuergefährlichkeit des Äthers wie die riesigen Ausmaße der Maschinen veranlaßten die Ingenieure, nach anderen Wegen zur Kälteerzeugung zu suchen. 1864 baute Carré eine brauchbare Kompressor-Kältemaschine mit Ammoniak als Kältemittel. Professor Karl Linde, der zunächst bei Borsig in Berlin und dann bei Krauss in München als Maschinenbau-Ingenieur gearbeitet hatte, beschäftigte sich in den frühen siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ebenfalls mit der Kälteerzeugung durch Maschinen und konstruierte eine sehr brauchbare Eismaschine, die wie die Carré'sche Maschine mit Ammoniak arbeitete und um 1910 schon in einer stattlichen Zahl von 5000 Exemplaren bereits weltweit verbreitet war.

Das Prinzip der Kältemaschine ist das abwechselnde Verdichten und Entspannen des Kältemittels. Beim Verdichten entsteht Wärme, die an die Umgebungsluft oder Kühlwasser abgegeben wird, beim Entspannen wird Wärme verbraucht



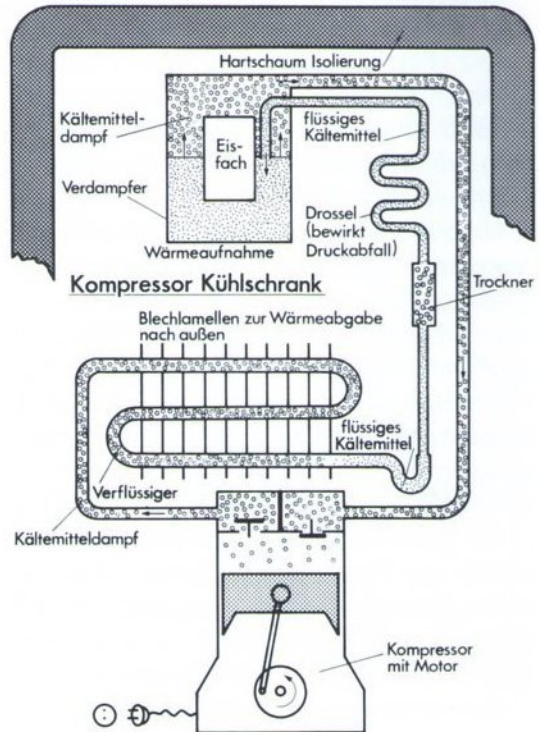
und dem zu kühlenden Gut, das in einem gegen Wärme isolierten Behälter untergebracht ist, laufend entzogen.

Das von Linde verwendete Kältemittel Ammoniak ist ein aus Stickstoff und Wasserstoff bestehendes, stechend riechendes, giftiges Gas, das bereits bei  $-33,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  siedet und sich leicht bei einer Temperatur von  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  und dem 6,3-fachen des normalen Luftdruckes verflüssigen läßt. Viele von euch haben sicher schon einmal Ammoniak gerochen, wenn eure Mutter mit sogenanntem Salmiakgeist glänzende Stellen in Kleidern und Anzügen behandelt hat. Salmiakgeist ist nichts anderes als in Wasser gelöstes Ammoniakgas und wirkt fettlösend. Der stechende Geruch von Salmiakgeist rührt von ständig entweichendem Ammoniak her.

Doch kehren wir zurück zur Linde'schen Kältemaschine, in der Ammoniak als Kältemittel verwendet wurde. Sie stellt einen geschlossenen Kreislauf dar, in dem das Kältemittel abwechselnd gasförmig und flüssig auftritt. Wie wir wissen, läßt sich Ammoniakgas durch verhältnismäßig geringen Druck verflüssigen, wobei allerdings zunächst einmal Wärme entsteht. Auch dieser Vorgang ist euch vertraut, denn wohl jeder von euch hat schon einmal beim Spielen mit einer Fahrradpumpe die Luftaustrittsöffnung zugehalten und dabei ein paarmal den Pumpenkolben heruntergedrückt. Dabei konntet ihr auch deutlich spüren, wie sich der Pumpenmantel erwärmte.

Stellen wir uns nun vor, daß Ammoniakgas in der Linde'schen Kältemaschine zunächst von einem Kompressor verdichtet und in den sogenannten Kondensator gepumpt wurde, der ein Röhrensystem mit großer Oberfläche darstellt. Durch seine große Oberfläche konnte der Kondensator die Kompressionswärme verhältnismäßig schnell an die Umgebungsluft oder

auch an Wasser abgeben, wobei auch das Ammoniakgas in den Röhren abkühlte und vom gasförmigen in den flüssigen Zustand überging. Linde ließ die Flüssigkeit nun im sogenannten Verdampfer von einem ursprünglichen Druck, der dem Zehnfachen des normalen Luftdruckes entsprach, auf das Dreifache des Normal-



*Verflüssigen und Verdampfen in stetem Wechsel ist das Prinzip des Kühlschranks. Hier der Kreislauf eines Kompressor-Kühlgertes.*

druckes entspannen. Dabei verdampfte das flüssige Ammoniak, wobei, wie wir wissen, Wärme verbraucht wird. Diese wird dem Kühlbehälter und den in ihm gelagerten Kühlgut entzogen. Aus dem Verdampfer leitete Linde das nun wieder entstandene Ammoniakgas dem Kompressor zu, der es erneut verdichtete und in den Kondensator preßte, wo es die vom



Kühlgut abgeführte Wärme wie auch die Verdichtungswärme abgeben konnte und sich zugleich wieder verflüssigte.

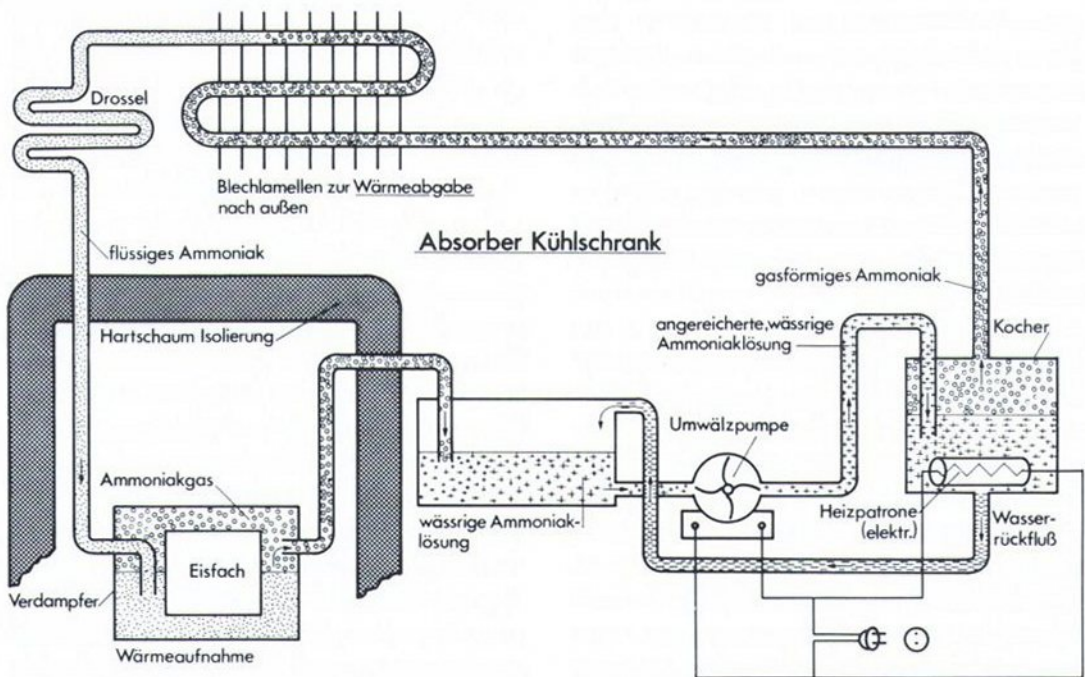
Dieser Kreislauf ist auch heute noch üblich. Neben dem Kompressorsystem, das auch heute noch bei Haushaltskühlschränken und bei Großkühlanlagen Verwendung findet, entstand gegen Ende des vorigen Jahrhunderts auch das sogenannte Absorbersystem, das ebenfalls heute noch angewendet wird. Hierbei wurde ursprünglich eine Lösung von Ammoniak in Wasser als Kältemittel verwendet, aus der durch Wärmezufuhr Ammoniakgas ausgetrieben wurde. Das heiße, unter hohem Druck stehende Ammoniakgas wurde in einen Kondensator geleitet, wo es durch Wärmeentzug mit Hilfe von Kühlwasser wieder verflüssigt wurde, um anschließend im Verdampfer dem Kühlgut Wärme zu entziehen und wieder in den gasförmigen Zustand überzugehen. Der so entstandene Ammoniakdampf wurde anschließend vom Verdampfer in den sogenannten

Absorber geleitet, in den auch die durch Heizen entgaste Ammoniaklösung zurückgeführt wurde.

Im Absorber löste sich das Ammoniakgas wieder in der ungesättigten Ammoniaklösung, die nach Aufnahme von Ammoniakgas wieder aufgeheizt wurde, womit der Vorgang von neuem beginnen konnte.

Bei unseren heutigen Haushaltskühlschränken und Tiefkühltruhen wird anstelle von Ammoniak meist Frigen, eine ebenfalls niedrig siedende Flüssigkeit, verwendet. Das gebräuchlichste Kältemittel Frigen 12 besteht aus Kohlenstoff, Fluor und Chlor und siedet bei normalem Druck bereits bei  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Es ist ungiftig und erlaubt Tiefkühltemperaturen bis  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Damit ein Kühlschrank oder eine Tiefkühltruhe wirtschaftlich arbeitet, muß man den Kühlraum selbstverständlich gut gegen die höhere Außentemperatur isolieren. Dies geschah früher mit Steinwolle und erforderte sehr große Wandstärken.





Heute genügen nur wenige Zentimeter starke Außenwände, wodurch sich der Nutzraum des Kühlschranks bei gleichen Außenmaßen erheblich vergrößert. Dies wurde durch das hohe Isoliervermögen moderner Kunststoff-Hartschäume möglich. Heute gibt es kaum einen Haushalt ohne Kühlschrank, woran der alte Professor Linde nicht nur als Erfinder seinen Anteil hat, denn er begnügte sich nicht allein mit der Konstruktion seiner Eismaschine, sondern übernahm 1879 die Leitung einer Gesellschaft zum Bau von Eismaschinen nach Lindes System und sorgte so auch für die Verbreitung und praktische Nutzung seiner Erfindung.

So, nun kennt ihr auch die Geschichte von Mutters Kühlschrank und wißt, wie er funktioniert.

Zum Schluß noch eine kleine wahre Anekdote um den Kühlschrank, zu der ihr euch eure eigenen Gedanken machen sollt:

Mitten im Sommer streikte vor einigen Jahren einmal in einem der Konstruktionsbüros einer Maschinenfabrik die Klimaanlage. Die Sonne brannte vom Himmel, und die großen Glasfenster machten die Hitze beinahe unerträglich. Da kam einer der Ingenieure auf die „rettende Idee“. Im Büro gab es einen Kühlschrank für Getränke. Warum sollte man da noch so schwitzen. Der Mann öffnete einfach die Kühlschranktür, um so den Raum zu kühlen.

Was haltet ihr von dieser Lösung? Wurde es wirklich kühler im Büro?

#### *Auflösung:*

Auch Ingenieure können irren oder wissen nicht unbedingt genau Bescheid, wie ein Kühlschrank funktioniert. Ihr wißt es selbstverständlich besser und habt ganz richtig getippt, daß es im Zimmer

nicht kühler werden kann, weil der Kühlschrank, um im Innern Kälte produzieren zu können, nach außen Wärme abgeben muß. Viele von euch wissen auch, daß alle Maschinen einen bestimmten Wirkungsgrad haben. Sie setzen die in sie hineinsteckte Energie nie vollständig in nutzbare Leistung um. Dies gilt auch für Kältemaschinen. Sie erzeugen mehr Wärme als Kälte, und so wird es in dem Büro durch die offenstehende Kühlschranktür nicht nur nicht kühler, sondern im Gegenteil noch wärmer. - Aber so etwas könnte euch ja nicht passieren, ihr wißt ja, wie ein Kühlschrank funktioniert.

#### **Kurioses aus der Küche**

Es gibt große, epochemachende Erfindungen wie die der Margarine oder des Kühlschranks, des Autos oder des Flugzeuges, die für jedermann von Bedeutung sind, und dann gibt es noch die kleinen Erfindungen, die für uns Alltagsmenschen eher schon ein Witz sind. Aber auch sie sind wichtig, denn sie lösen oft Probleme, die wir kaum kennen, die anderen aber auf den Nägeln brennen.

Das gilt auch für die berühmte Butterbrotschmiermaschine.

Wer von euch viele jüngere Geschwister hat, weiß vielleicht, was es heißt, morgens zwanzig Scheiben Brot als Pausenbrote für die Geschwister zu schmieren und zu belegen. Da wäre eine Butterbrotschmiermaschine schon eine feine Sache. Und wenn ihr jetzt auch ungläubig lacht, so etwas gibt es tatsächlich. Wer von euch schon einmal mit dem Flugzeug in die Ferien geflogen ist, erinnert sich wahrscheinlich auch noch daran, daß es an Bord auch etwas zu essen gab. Je nach Tageszeit und Strecke servieren die Fluggesellschaften eine warme Mahlzeit oder einen kalten Imbiß. Ein Lufthansa-Jumbo



befördert immerhin 361 Passagiere, ein Charter-Jumbo der Condor-Flugdienst sogar 482 Fluggäste. Das bedeutet also für einen einzigen Flug einer vollbesetzten Maschine zwischen 361 und fast 500 Scheiben Brot schmieren. Wenn man nun bedenkt, daß allein die Lufthansa rund 100 Streckenflugzeuge mit rund 15.000 Passagierplätzen besitzt, sie zum größten Teil mehrmals täglich auf Strecke gehen, wer möchte da einige zigtausend Butterbrote für die vielen Passagiere schmieren?



*Vor dem Start wird ein Jumbo-Jet mit Speisen und Getränken für die Passagiere beladen. In gekühlten Aluminium-Behältern wandern die in einer Großküche bereiteten Speisen in die Küche an Bord des fliegenden Elefanten.*

Für die Lufthansa und über 140 andere Luftverkehrsgesellschaften tut dies eine in Frankfurt ansässige Tochtergesellschaft, die Lufthansa Service GmbH. Hier ist Zeit im wörtlichen Sinne Geld, denn die Flugzeuge können nicht warten, bis endlich das noch fehlende 361. Butterbrot für den startbereiten Jumbo nach New York geschmiert ist, und so ersann ein kluger Kopf eine Butterbrot-Schmiermaschine, die Toastbrot buchstäblich am laufenden Band schmiert. Sie besteht aus einem Transportband, das die Brotschei-

ben unter der Schmierstation hindurchführt.

Die Butter wird in ziemlich weichem Zustand über eine Walze auf die stets gleich dicken Brotscheiben aufgetragen. Damit sich die Brotscheiben besser maschinell bestreichen lassen, wird das kastenförmige Toastbrot bei der Lufthansa übrigens nicht wie zu Hause quer, sondern längs in Riesenscheiben aufgeschnitten, die dann nach dem Buttern auf die übliche Scheibengröße geteilt und belegt werden.

Ideen muß man eben haben, und schon geht alles wie geschmiert.

Eine andere patente Idee ist das „Stangenei“, das man ebenfalls in der Frankfurter Lufthansa-Küche bewundern kann. Beim Garnieren von Speisen mit Eischeiben ärgerten sich nicht nur die Lufthansa-Köche immer wieder darüber, daß die Eischeiben nun einmal nicht alle gleich groß sind und bei jedem Ei einige Scheiben keinen Dotter in der Mitte haben, sondern nur aus Eiweiß bestehen.

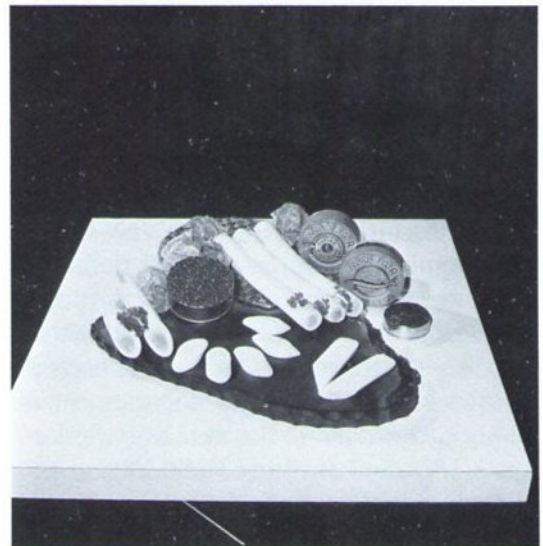
Ein findiger Engländer dachte sich das besagte Stangenei aus. Es ist 45 cm lang und hat etwa vier Zentimeter Durchmesser. In der Mitte sitzt ein gleichmäßig dicker Dotterkern, der von einer ebenfalls gleichbleibend dicken Eiweißschicht eingehüllt ist. Beim Aufschneiden ergeben sich völlig gleiche Eischeiben. Dotterlose Eikuppen gibt es jetzt nicht mehr. Wie das Stangenei gemacht wird, will der Erfinder nicht verraten. Wenn ihr mich fragt, so tippe ich darauf, daß er vielleicht den Dotterkern in einer Röhrenform vorkocht, ihn dann aus der Form nimmt und senkrecht in eine etwas größere Rohrform setzt, so daß ein Ringspalt entsteht, der dann mit Eiweiß gefüllt wird. Im Wasserbad dürfte die ziemlich dünne Eiweißschicht schnell fest werden, ohne daß das Eigelb zu hart oder gar grün wird. Vielleicht ist es aber auch ganz anders. Wie gesagt, der Erfinder des Stangeneis kann schwei-





*Geschwindigkeit ist keine Hexerei. Dies gilt nicht nur für die Jets der Lufthansa, sondern auch für Bereitstellung der Bordverpflegung bei der Lufthansa. Eine Butterbrot-Schmiermaschine bestreicht im Akkordtempo Tag und Nacht ungezählte Brotscheiben. Damit es noch schneller geht, werden die Toastbrote bei der Lufthansa längs in Riesenscheiben beschnitten und nach dem Schmieren erst auf die übliche Größe gebracht.*

gen. Vielleicht fällt aber auch euch etwas ein, wie das moderne Ei des Columbus hergestellt wird?



*Das Stangenei ist keineswegs ein Witz. Die ausgefallene Idee eines englischen Tüftlers ermöglicht gleich große Eischeiben am laufenden Meter.*



## Frau Saubermann im alten Rom

Wenn ihr eurer Mutter beim Hantieren in der Küche zuseht, wird euch sicher auffallen, wie oft sie zwischen einzelnen Arbeitsgängen zur Seife greift und sich die Hände wäscht. Auch wenn man es als Junge vielleicht mit dem Waschen nicht immer so ganz genau nimmt, ist die Seife doch ein recht interessantes Kapitel und sogar ein recht altes, denn Seife gab es mit ziemlicher Sicherheit schon im Altertum. Schon die alten Ägypter und Phönizier dürften die Seife gekannt haben. Wer sie erfunden hat, liegt im dunkeln.

Von alten Geschichtsschreibern wie dem römischen Schriftsteller Plinius dem Älteren, der 79 nach Christus bei einem Vesuvausbruch ums Leben kam, ist uns ein altes Seifenrezept überliefert. In seinem Bericht über die römische Provinz Gallien erwähnt Plinius, mit dem sich mancher von euch vielleicht noch im Lateinunterricht herumplagen wird, in schönstem Latein: „Prodest et sapo. Fit ex sebo et cinere“. Was zu deutsch etwa heißt: „Nützlich ist auch Seife. Sie entsteht aus Fett und Asche.“ Die alten Gallier aus den Landen von Asterix und Obelix kochten sich ihre Seife aus Ziegentalg und Holzasche zusammen, aber sie wuschen sich nicht damit, sondern schmierten sie sich in die Haare oder benutzten sie als Salbe. Letzteres erscheint schon weniger abwegig, denn das Baden vereiterter Wunden in Seifenlauge ist auch heute noch ein bewährtes Hausmittel. Aber auch zu ihrer eigentlichen Bestimmung, zum Waschen, dürfte die Seife ebenfalls schon im Altertum verwendet worden sein. Doch was hat es bloß mit dem wenig appetitlich klingenden Rezept des Plinius auf sich?

Wenn wir einen Chemiker fragen, was Seife ist, so wird er uns vielleicht sagen, daß Seife das älteste Spaltprodukt der Fette ist und durch Umsetzung von Fett-

säuren mit Alkalien (Natrium oder Kalium) entsteht. Damit kommen wir der Erklärung des antiken Seifenrezeptes schon etwas näher. Läßt man nämlich Wasserdampf auf Fette einwirken, so werden diese in Fettsäuren und Glycerin gespalten. Damit hätten wir den einen Bestandteil der Seife, die Fettsäure. Wenn dies so ist, so kann die Asche im Rezept des Plinius nur als Alkalien-Lieferant dienen. Wer im Biologie-Unterricht aufgepaßt hat, wird sich vielleicht erinnern, daß Kalium zu den für das Pflanzenwachstum unerläßlichen Elementen gehört. Mein alter Bio-Lehrer Papa Linn hatte zu diesem Thema stets den schönen Merkspruch „COHNS Pferd frißt Kalium, Kalzium, Magnesium und Eisen“ parat, der uns an Kohlenstoff (C), Sauerstoff (O), Wasserstoff (H), Stickstoff (N), Schwefel (S) und Phosphor (P) erinnern sollte.

Das ist nun schon 20 Jahre her, aber Cohns Pferd werde ich wohl nie vergessen. Doch kehren wir zurück zur Seife. Die von der Pflanze aufgenommenen Kaliumverbindungen finden sich in der Pflanzenasche hauptsächlich als Kaliumkarbonat wieder.

Damit wären wir beim zweiten Bestandteil der Seife, dem alkalischen Reaktionspartner. Im Mittelalter wurde in Deutschland zur Seifenherstellung meist die kalireiche Buchenholzasche verwendet. Das Resultat war eine weiche, schmierseifenähnliche Seife. In Frankreich kochte man Fett mit Seetangasche und erhielt eine harte, feste Seife. Hierbei war als Alkali-Bestandteil in erster Linie das aus dem salzigen Seewasser stammende Natrium an der Seifenbildung beteiligt, das eine harte Natronseife (Kernseife) ergibt.

Zur Zeit Karls des Großen (um 800 n. Chr.) gab es in Europa bereits eine bedeutende Seifenindustrie mit Schwerpunkten in Marseille und Venedig. Dabei lieferte das nahe gelegene Meer die be-





*Der Seifensieder.*

*Seifen-Herstellung Anno dazumal. Ein Gehilfe schöpft den noch flüssigen Seifensud ab, der durch ein Tuch gegossen wird, um Schmutzteilchen zurückzuhalten. Durch das Tuch rinnt die Seife in eine hölzerne Form und wird nach dem Erstarren in handliche Stücke geschnitten, die anschließend gewogen und verpackt werden.*

nötigten Alkalien in Form von Tang. Im Mittelalter blühte die Seifensiedekunst vornehmlich als Hausindustrie, wobei sich viele Haushalte ihre Seife selbst herstellten. Oft gab es auch einen oder auch mehrere Seifensieder, die ganze Orte mit Seife versorgten.

Im 18. Jahrhundert brachte die aufstrebende Textilindustrie auch die Seifenherstellung in Schwung.

Die von dem französischen Arzt Nicolas

Leblanc erfundene kostengünstige Soda-herstellung aus Kochsalz war nicht nur der Beginn der industriellen Chemie, sondern gab den Seifekochern auch als Ersatz für die teure Holzasche (Pottasche, chemisch Kaliumcarbonat) einen preisgünstigen Rohstoff in die Hand. Nach 1850 erhielt die Seifenindustrie erneut Auftrieb, als durch die Einfuhr billiger tropischer Fette wie Kokosöl, Palmöl und Baumwollsamöl auch der zweite Grundstoff, das Fett, preisgünstig und in großen Mengen zur Verfügung stand.

Seife läßt sich auf zwei verschiedenen Wegen herstellen. Das älteste Verfahren ist die Laugenverseifung, bei dem wie bei den alten Galliern für die Ernährung wertlose Fette mit Alkalien gekocht werden. Dabei entsteht eine in Wasser klar lösliche Masse, der Seifenleim. Wenn man ihn mit Kochsalz mischt, so teilt sich die Flüssigkeit nach Auflösung des Salzes in zwei Schichten. Auf einer wässrigen Glycerinlösung, aus der Glycerin gewonnen werden kann, schwimmt die schaumige Seife, die nach nochmaliger Reinigung in Formen gegossen und zum Erstarren gebracht wird.

Das zweite Verfahren ist die sogenannte Karbonatverseifung, bei der die Fette zunächst unter Einwirkung von Wasserdampf in Glycerin und Fettsäure gespalten werden. In die Spaltprodukte wird heiße Sodalösung (Natriumkarbonat) gegossen. Dabei bildet sich direkt eine recht gute Kernseife und wiederum Glycerin. Verwendet man Kaliumkarbonat, ergibt sich Schmierseife.

### **Schmierseife selbstgemacht**

Nach dem uralten Rezept der Karbonatverseifung könnt ihr in Mutters Küche selbst Schmierseife kochen. Ihr braucht dazu:



2 Päckchen Pottasche\* (Kaliumkarbonat) insgesamt 16 Gramm

5 Gramm Pflanzenfett (z. B. Palmin soft) und einen kleinen Emaille-Kochtopf mit Deckel sowie ein Reagenzglas (notfalls tut es auch ein kleines Wasserglas).

Zuerst löst ihr die beiden Päckchen Pottasche in 50 Gramm Leitungswasser auf und bringt die Lösung im Emailletopf zum Sieden. Nun müßt ihr das Pflanzenfett vorsichtig zum Schmelzen bringen und könnt es dann tropfenweise in die immer noch siedende Pottaschelösung gießen, die dabei ständig gerührt wird.

Bei größter Hitze laßt ihr dann diese Mischung sieden, wobei ihr ständig rühren müßt. Verkochtes Wasser wird immer wieder nachgefüllt. Wenn die Mischung so eine Viertelstunde unter Rühren gekocht hat, füllt ihr wieder etwas Wasser nach und laßt das Ganze weitersieden, wobei der Topf jetzt abgedeckt ist. Fünf Minuten kochen lassen und kurz vom Feuer nehmen. Jetzt könnt ihr sehen, ob noch Fettaugen auf der Mischung schwimmen. Wenn dies der Fall ist, müßt ihr noch einmal etwas Wasser zugeben und die Mischung weiter sieden lassen, wobei wiederum ein Deckel auf den Topf kommt. So kommt das oben schwimmende Fett in einen besonders engen Kontakt mit dem heißen Dampf und wird restlos aufgespalten. Es setzt sich mit der Pottasche zu einer hellbraunen Schmierseife um.

Je länger ihr kocht, um so besser wird die selbstgemachte Seife. Und immer wieder das verkochte Wasser so weit auffüllen, daß der Flüssigkeitsspiegel dem Stand zu Beginn des Versuches entspricht! Nach etwa einer halben Stunde Kochzeit wird die Lösung leicht trüb und bräunlich. Wir kochen sie jetzt noch etwas ein, daß etwa die Hälfte der Flüssigkeitsmenge zu Beginn des Versuches übrig bleibt, und gießen das Endprodukt in ein Reagenz- oder Becherglas.

Darin bildet der Sud bald zwei Schichten. Obenauf schwimmt die selbstgemachte hellbraune Schmierseife, darunter steht etwas Wasser, in dem noch fein verteilt einige feine Seifenflocken schweben und zudem das bei der Fettspaltung entstandene Glycerin gelöst ist.

Wer zuwenig Geduld hatte, erhält drei Schichten, denn wenn nicht lang genug gekocht wurde, ist nicht das gesamte Fett verseift, und das Restfett schwimmt als mehr oder weniger dicke Schicht obenauf. Durch Weitersieden im verschlossenen Topf läßt sich dieser Fehler jedoch noch ausbügeln.

\* Der Name Pottasche weist auf die frühere Gewinnung von Kaliumkarbonat hin. Man verbrannte Holzabfälle, laugte die Asche mit wenig Wasser aus und verdampfte dann Wasser. Dies geschah in eisernen Töpfen (plattdeutsch Pott genannt). Anschließend wurde die Pottasche noch einmal in wenig Wasser gelöst, wobei sich die Verunreinigungen abschieden, und die Lösung schließlich eingedampft, worauf man die weiße Pottasche als Pulver erhielt. Heute wird Pottasche vielfach mit Hilfe der Elektrolyse aus Kaliumchlorid gewonnen. In der Drogerie könnt ihr Pottasche als Lebkuchen-Backpulver in kleinen 8-Gramm-Päckchen kaufen.

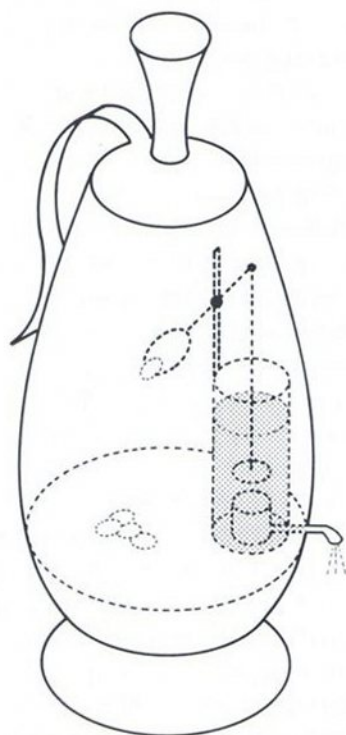


## Von stummen Verkäufern und anderen Automaten

Wenn ihr sonntags im Freibad Durst habt und euch am Automaten eine gekühlte Büchse Limo zieht, glaubt ihr sicherlich, daß ein solcher Verkaufsautomat eine hochmoderne Erfindung sei. In Wirklichkeit ist die Idee des stummen Verkäufers, der Tag und Nacht zu Diensten steht, schon alt, uralte sogar. Ich bin sicher, daß kaum einer von euch oder euren Freunden auch nur annähernd darauf kommt, wie alt Verkaufsautomaten schon sind. Tatsächlich lassen sich die Urahnern moderner Verkaufsautomaten bereits im antiken Griechenland aufspüren.

Philon von Byzanz, der im 3. Jahrhundert vor Christus, also vor mehr als 2000 Jahren, lebte und ein hervorragender Konstrukteur war, berichtet in einem achtbändigen Werk über die Technik der Antike bereits von einem automatischen Wasser- und Seifenspender. Dieser frühe Warenautomat war in seiner Einfachheit schlicht genial. Er funktionierte so: Eine eingeworfene Münze öffnete ein Ventil und ließ aus einem Vorratsbehälter Wasser in einen Schöpflöffel rinnen, der beweglich wie eine Waagschale an einem Hebelarm aufgehängt war. Sobald die ausgelaufene Wassermenge mit ihrem Gewicht das Gegengewicht am anderen Hebelarm überwand, sank der gefüllte Löffel nach unten und schloß über einen Seilzug das Auslaufventil. Gleichzeitig öffnete sich am Automaten eine Klappe, aus der eine künstliche Hand dem Kunden ein Stückchen Bimsstein zum Händewaschen entgegenstreckte.

Heron von Byzanz, ein anderer griechischer Mathematiker und Physiker, der um 120 vor Christus lebte, beschrieb einen ähnlich funktionierenden Weihwasserspender, der zum Verkauf von Weihwasser in römischen Tempeln ge-



*Gegen bare Münze verkaufte der von Heron beschriebene Automat in römischen Tempeln Weihwasser. Die einfache Mechanik war in einem Tongefäß verborgen.*

dient haben soll. Hierbei war die Automatik in einem Tonkrug versteckt, in dessen Hals der Kunde eine Münze einwerfen mußte. Diese fiel auf eine Wippe, die über einen Zugmechanismus ein Ventil an dem ebenfalls in dem Krug verborgenen Weihwasserbehälter öffnete. So konnte etwas Weihwasser ausfließen, aber eben nur „etwas“, denn die Münze blieb nicht auf der beim Öffnen des Ventils schräggestellten Wippe liegen, sondern glitt ziemlich schnell von der Wippenfläche in den Krug. Durch die einseitige Entlastung ging die Wippe von selbst wieder in ihre horizontale Ruhelage zurück, und das Ventil schloß sich automatisch. So einfach war das!



Allerdings baute dieser Automat auf die Ehrlichkeit seiner Benutzer, denn er hätte sicherlich auch Wasser gespendet, wenn man anstelle einer Münze eine andere Metallscheibe oder vielleicht einen flachen Stein eingeworfen hätte. Ob die Leute damals ehrlicher waren, so daß man einfach nicht mit Betrügern rechnete, oder nutzte man vielleicht schon im alten Rom den zweifelhaften Kunstgriff, die ehrlichen Kunden für die unehrlichen mitbezahlen zu lassen? Möglicherweise half auch der Aufstellungsort, denn wer in einem Tempel Wasser und Seife oder gar Weihwasser von einem dieser antiken Automaten erstand, mag vielleicht im Angesicht der antiken Götter vor einem Automatenbetrug zurückgeschreckt sein.

Wie es auch immer sei, heutige Automatenbauer können sich kaum auf die Furcht vor dem Zorn des Zeus oder Jupiter verlassen, wenn sie sichergehen wollen, daß Zigaretten, Getränke, Fahrkarten, Filme und was sonst heute durch Automaten verkauft wird, auch wirklich mit barer und vor allem auch gültiger Münze redlich bezahlt werden.

Sie erfanden den mißtrauischen Automaten, der über einen sogenannten Münzprüfer verfügt. Bevor die Münze die Sperre zum Warenfach freigibt, muß sie den Münzprüfer passieren, der Gewicht, Größe, Dicke abtastet oder auch zusätzlich noch die magnetischen oder elektrischen Eigenschaften des Münzwerkstoffes prüft. So mögen moderne Warenautomaten zwar stumm und blind sein, aber ihr Tastsinn ist hoch entwickelt, so daß man sie nicht so leicht hinters Licht führen kann.

## Warme Luft beseelte antike Automaten

Rein mechanisch funktionierende Automaten wie Philons Wasser-und-Seifen-Verkäufer oder der Weihwasserautomat, von dem Heron berichtete, waren keineswegs der Gipfel antiker Technik.

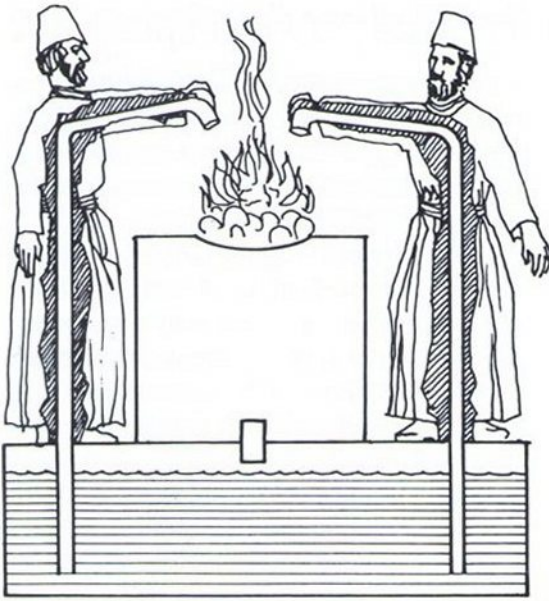
Außer Hebeln und Gestänge benutzten die Erfinder im alten Griechenland sogar schon Druckluft zur Übertragung von Bewegungen. Sie kannten also schon die raffinierte Technik der Pneumatik, mit der heute viele große Maschinenanlagen gesteuert werden. Das altgriechische Wort Pneuma hatte viele Bedeutungen und bezeichnete Wind, Atem, Hauch, Luft, Lebenskraft oder auch Geist. Unter Pneumatik versteht man eine durch Luftdruck betriebene Apparatur.

Die grundlegende Entdeckung, die schließlich zu den ersten pneumatischen Maschinen führte, verdanken wir einem gewissen Straton von Lampsakos, der in Athen Philosophie lehrte und wegen seiner Vorliebe für naturwissenschaftliche Beobachtungen „der Physiker“ genannt wurde. Bei seinen zahlreichen physikalischen Untersuchungen entdeckte Straton, daß sich Luft bei Erwärmung ausdehnt.

Philon von Byzanz dachte einen Schritt weiter und überlegte sich, wie man diese Entdeckung praktisch nutzen könne. Heraus kam eine eindrucksvolle Altarmaschine.

Der eigentliche Opferaltar bestand aus einem Metallbehälter, dessen Oberseite wie eine Mulde ausgearbeitet war und als Feuerstätte diente. Die Wärme des Opferfeuers übertrug sich auf die in dem Behälter eingeschlossene Luft, die sich ausdehnte. Über ein Rohr war der Ausdehnungsbehälter mit einem zweiten Behälter verbunden, der Opferwein enthielt und von dem zwei Steigrohre durch zwei Priesterfiguren nach oben geführt waren.



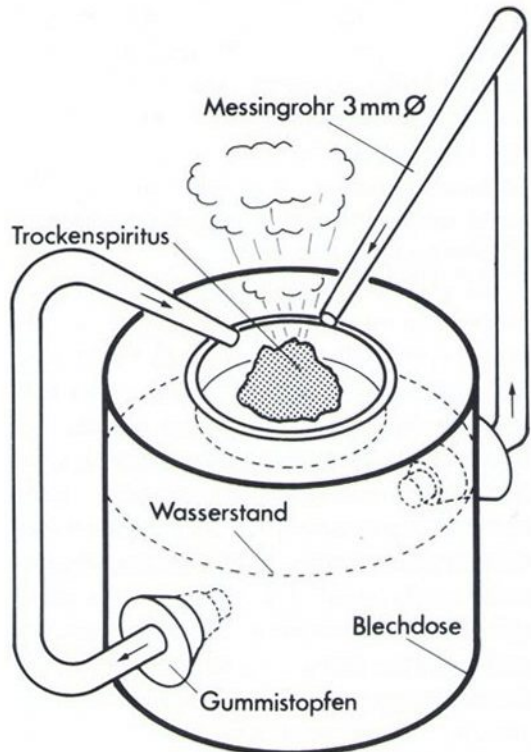


Philon von Byzanz erdachte eine eindrucksvolle Altarmaschine, bei der die durch Erwärmung sich ausdehnende Luft unter der Feuerstätte den Opferwein durch zwei Steigrohre hochdrückte. Die Mündung der Rohre endete in zwei Bechern, die zwei Priesterstatuen in der Hand hielten. Der ausströmende Wein löschte das Opferfeuer, worauf auch bald der Weinfluß versiegte.

Die sich unter der Hitzeeinwirkung des Altarfeuers ausdehnende Luft erzeugte ein Druckpolster und drückte schließlich den Wein aus dem unteren Behälter durch die Steigrohre nach oben, bis der Opferwein ins Feuer rann und dieses löschte. Dadurch kühlte die eingeschlossene Luft ab und zog sich zusammen. Der Druck verringerte sich, und schon bald versiegte der feuerlöschende Weinstrom.

Wenn ihr geschickt seid, könnt ihr eine solche Altarmaschine durchaus selbst nachbauen. Ihr braucht dazu eine dicht schließende Blechdose, die etwa dreiviertelvoll mit Wasser gefüllt wird. Als Steigrohre benutzt ihr 3 mm Messingrohre, die ihr vorsichtig zurechtbiegt, ohne daß sie dabei abknicken. Durch zwei Bohrungen

steckt ihr die Röhrchen, die ihr zuvor durch je einen kleinen Gummistopfen gebohrt habt, seitlich in die Dose. Wenn ihr durch Zuhalten der einen Rohröffnung und Saugen an der zweiten festgestellt habt, daß ihr kein Wasser ansaugen könnt und der Behälter samt Rohranschlüssen dicht ist, könnt ihr einen in Spiritus getränkten Wattebausch auf den Dosenendeckel legen und anzünden. Nach einiger Zeit wird das Feuer automatisch gelöscht. Wenn das Experiment nicht auf Anhieb gelingt, kann dies zwei Gründe haben. Entweder ist der Behälter doch nicht ganz dicht, oder es geht zuviel Wärme verloren. Im ersten Fall solltet ihr den Dosenendeckel und die Rohrdurchführungen auf Dichtig-



Aus einer dicht schließenden Blechdose, etwas Messing- oder Kupferrohr und zwei Gummistopfen könnt ihr Philons Altarmaschine nachbauen. Ihr könnt die Röhrchen auch mit Zweikomponenten-Kleber einkleben!



keit prüfen. Gegen zu große Wärmeverluste hilft Einbetten der Dose in Sand. Damit es keinen Zimmerbrand geben kann, solltet ihr diesen Versuch möglichst im Freien durchführen.

Während Philons Altarmaschine für die Tempelbesucher auf höchst eindrucksvolle Weise die Annahme des Opfers durch die Götter demonstrierte, dachte sich Heron eine auf dem gleichen Prinzip beruhende Anlage aus, die sogar eine Arbeit verrichtete, nämlich Tempeltore automatisch öffnete.

Heron ließ ebenfalls mit Hilfe der sich bei Erwärmung ausdehnenden Luft Wasser in einem Steigrohr hochsteigen, leitete es aber nicht ins Feuer, sondern ließ es in einen bereits zum Teil mit Wasser gefüllten Bottich laufen, der an einer eisernen Kette hing. Über eine Rolle führte diese Kette zu einem unterirdisch angebrachten, für Tempelbesucher nicht sichtbaren Seilsystem, das mit den Türflügeln verbunden war. Normalerweise waren die Tempeltore geschlossen, wobei der Schließvorgang über einen Seilzug und ein Zuggewicht erreicht wurde.

Wenn die Priester nun ein Opferfeuer auf dem Altar entfachten, dehnte sich die Luft unter dem Altar aus und drückte Wasser aus einem Vorratsbehälter durch das Steigrohr in den Bottich an der Kette. Dieser wurde somit schwerer als das die Türen schließende Gegengewicht, und die Altartüren öffneten sich automatisch. Wenn das Opferfeuer niedergebrannt war, kühlte sich die Luft unter dem Altar wieder ab und zog sich zusammen. Es entstand ein Unterdruck, und aus dem Kettenbottich wurde Wasser zurückgesaugt. Folglich wurde der Bottich wieder leichter, das Schließgewicht gewann wieder die Oberhand, und die Türen schlossen sich wieder wie von Geisterhand bewegt.

Diese pneumatische Türanlage kann

man mit etwas Geschick ebenfalls nachbauen. Wichtig ist nur, daß ihr ein hohes, schlankes Gefäß als Öffnungsgewicht verwendet und das Überlaufrohr bis unmittelbar über den Wasserspiegel in diesem Gefäß reicht, wenn das Tor geschlossen ist. Wenn ihr das Rohr höher enden laßt, wird beim späteren Schließvorgang nicht genug Wasser zurückgesaugt, und das Tor bleibt offen. Das Ganze erfordert ein bißchen Tüftelei und etwas Fingerspitzengefühl, um Schließ- und Öffnungsgewichte genau aufeinander abzustimmen. In der modernen Technik spielt die Pneumatik eine große Rolle. Anstelle von erwärmter oder sich abkühlender Luft verwendet man heute allerdings Preßluft, die kleine oder auch größere Arbeits- oder Stößkolben in Zylindern hin und her schiebt und so Bewegungen und Steuersignale überträgt. Besonders elegant ist diese Methode, weil man ohne komplizierte Gelenke auskommt, wenn es einmal um die Ecke geht. An die Stelle von Schub- und Zugstangen mit zig Gelenken, die Reibung verursachen und jedes für sich ein bißchen Spiel haben, worunter die Genauigkeit leidet, oder auch als Ersatz für Seilzüge mit zahlreichen Umlenkrollen treten bei pneumatischen Steuerungen einfache Rohrleitungen, die sich problemlos kreuz und quer verlegen lassen. Druckschläuche besorgen sogar eine sichere Übertragung von Steuersignalen zwischen Teilen, die sich gegeneinander bewegen und eine Übertragung mit Gestängen oder Seilzügen gar nicht erlauben.

Fast jeder von euch, der schon einmal auf einem großen Rummelplatz war, hat sicherlich schon einmal Bekanntschaft mit pneumatischen Steuerungen gemacht. Die meisten werden vielleicht die vielen kleinen Pneumatikzylinder nicht gesehen haben. Gehört habt ihr sie aber bestimmt, wenn ihr vor einem großen Karussell gestanden habt, dessen Gondeln sich

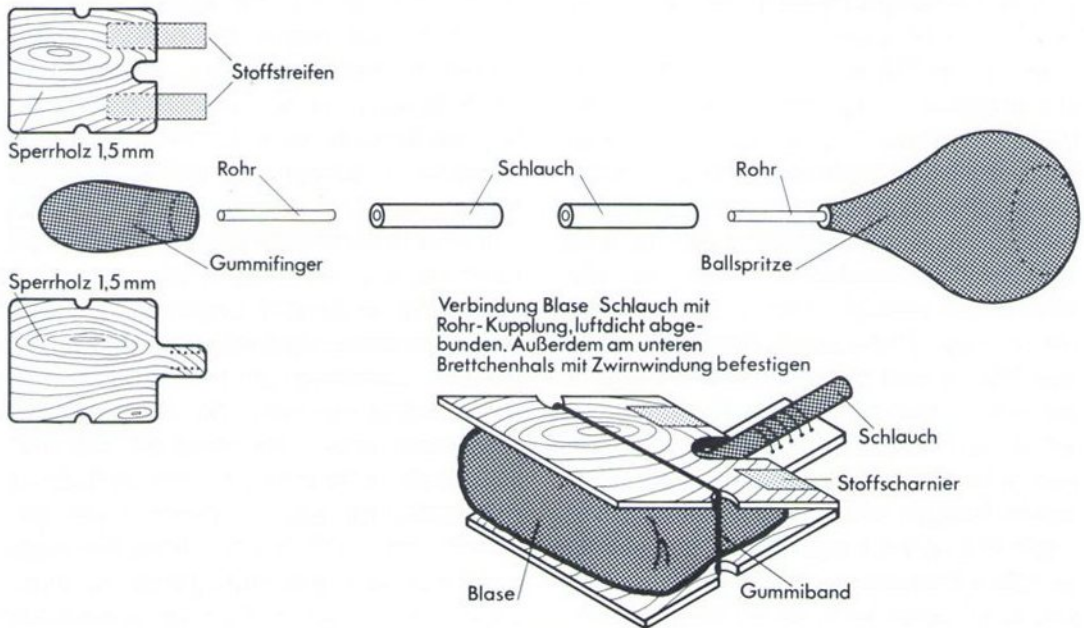


zum Beispiel zusätzlich zur Drehbewegung hoben und senkten. Vor jeder Änderung der Bewegung machte es dann immer laut und vernehmlich „Zischsch“. Dieses Geräusch wird von der Preßluft erzeugt, die gerade in einem der vielen Arbeitszylinder den Kolben voranbewegt.

Eine einfache Pneumatik könnt ihr übrigens auch selbst bauen und damit eine Bewegung mühelos um x-Ecken herum fernübertragen. Ihr braucht hierzu einen langen dünnen Schlauch, der nicht zu dünnwandig sein darf, eine kleine Gummiballspritze und einen abgeschnittenen Gummihandschuhfinger. Das eine Ende des Schlauches steckt ihr auf die Ballspitze, wobei es sich empfiehlt, zur besseren Abdichtung ein dünnes Stückchen Messingrohr als Kupplung zu verwenden. eine straffe Zwirnwicklung sichert das Röhrchen auf beiden Seiten gegen Herausrutschen. Wer ganz sichergehen will, umwickelt die Verbindungsstelle zusätzlich mit Tesaband.

In das andere Ende des Schlauches kommt ebenfalls ein Stückchen Messingrohr. Der abgeschnittene Gummifingerling wird nun über das Röhrchen geschoben und mit einer Zwirnwicklung luftdicht abgebunden. Auch hier kann man die Verbindung zur Sicherheit noch mit Tesaband umwickeln.

Die so erhaltene Gummiblase führen wir durch zwei V-förmig durch ein Stoffscharnier miteinander verbundene dünne Sperrholzplättchen, die mit einem unter leichtem Zug stehenden Gummi aufeinander gedrückt werden. Wenn ihr nun auf den Gummiball drückt, bläht sich die Gummiblase auf und drückt die beiden Plättchen auseinander. Wenn ihr das untere auf einer festen Unterlage befestigt und an dem oberen einen dünnen Stab befestigt, so könnt ihr mit diesem eine hin- und hergehende Bewegung erreichen, je nachdem, ob ihr den Gummiball zusammenpreßt oder losläßt. Das Ganze



Aus einem Gummihandschuh-Finger, Plastikschlauch und einer kleinen Ballspritze läßt sich eine einfache pneumatische Steuerung bauen.



funktioniert übrigens am besten, wenn ihr dafür sorgt, daß die Blase zwischen den Holzplättchen im Ruhezustand schon etwas aufgeblasen ist. Hierzu pumpt ihr sie mit dem Gummiball auf, knickt den Schlauch ab, so daß die Luft nicht zurück kann, zieht den Gummiball ab und läßt ihn sich wieder mit Luft füllen. Dies wiederholt ihr zwei- bis dreimal, bevor ihr den Gummiball endgültig mit dem Schlauchanfang verbindet. Dies hat nicht nur den Vorteil, daß eure pneumatische Steuerung so exakter funktioniert. Die geblähte Gummibläse beweist euch auch stets, daß das System funktionsfähig und dicht ist.

Mit einer solchen einfachen Pneumatik könnt ihr die Ruderpinne eines kleinen Modellbootes steuern, wobei das Boot beim Drücken des Balles links herum, beim Loslassen rechts herum fährt. Wenn es geradeaus fahren soll, müßt ihr den als Signalgeber dienenden Steuerball etwa halb zusammendrücken. Mit etwas Übung wird es euch bald gelingen, euer kleines Boot ziemlich genau zu steuern.

Wer einen Fotoapparat hat, kann mit derselben Vorrichtung auch seine Kamera aus der Ferne auslösen.

### Der Kilometerzähler ist ein alter Hut

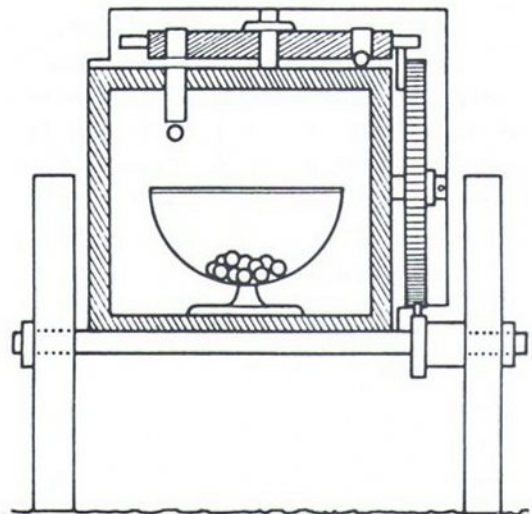
Wer in den Ferien eine Radwanderung gemacht hat, wird sicher gern voll Stolz berichten, wie viele Kilometer er in zwei oder drei Wochen zurückgelegt hat. Ein Kilometerzähler gibt über die zurückgelegte Fahrstrecke Auskunft.

Auch dieses praktische Hilfsmittel ist keine Errungenschaft unserer Zeit.

Es heißt, daß die Chinesen vor rund fünftausend Jahren schon geeichte Wegmesser kannten, mit denen Rikschas und Mietfuhrwerke ausgestattet sein mußten. Wie diese Zählwerke jedoch funktioniert haben mögen, ist nicht überliefert.

Im Prinzip kannten aber mindestens schon die alten Ägypter vor vielleicht 3000 Jahren das noch heute gebräuchliche Wegmeßsystem. Nur das Zählwerk war primitiver als heute. Der ägyptische Wegmesser war wie der moderne über ein Getriebe mit einem der Räder verbunden. Die Drehung des Rades wurde über eine Untersetzung auf ein großes Zahnrad übertragen, in dessen Nabe farbige Kugeln in einzelnen Fächern lagen. Dieses große Zählrad bewegte sich über einem Kasten, dessen Deckel ein Loch hatte. Jedesmal, wenn eines der Kugelfächer sich über das Loch bewegte, fiel eine der Kugeln in den Kasten. Am Ziel angekommen, brauchte der Fahrgast nur die Kugeln im Kasten zu zählen, so daß es nie Streit über Weg und Entgelt geben konnte.

Der Wegmesser mit Zeigern ließ noch einige Zeit auf sich warten, aber spätestens zu Herons Zeit, also um 120



*Die Taxiuhr ist keinesfalls eine neue Idee. Sie gab es schon im alten Ägypten. Aus Fächern eines großen Rades, das über ein Zahngetriebe durch eines der Wagenräder in langsame Drehung versetzt wurde, fielen farbige Kugeln in einen Kasten. Durch Abzählen der Kugeln wurde der zurückgelegte Weg und das entsprechende Entgelt ermittelt.*



vor Christus, gab es ihn ebenfalls. Die jeweils gefahrene Wegstrecke konnte man allerdings noch nicht unmittelbar ablesen, sondern mußte sie errechnen, indem man von dem am Ziel abgelesenen Kilometerstand die Anzeige bei Fahrtbeginn abzog. Aber auch der die jeweilige Fahrstrecke direkt anzeigende Wegmesser wurde noch im Altertum erfunden. Erfinder war ein römischer Soldat, der militärisch kurz und knapp ohne große Rechnerei die zurückgelegte Strecke ermitteln wollte. Er erfand nicht nur den beliebig auf Null zurückstellbaren Wegzähler, sondern auch ein Zählwerk, das selbsttätig von Einern auf Zehner und von Zehnern auf Hunderter weitersprang.

Wenn ihr selbst einmal auf den Spuren antiker Erfinder wandeln wollt, so könnt ihr ja einmal versuchen, selbst einen solchen Wegmesser mit Baukasten-Zahnradern zu bauen. Ausgangspunkt für eure Tüftelei ist der Weg, den euer Fahrrad bei einer Umdrehung des Rades zurücklegt, mit dem ihr euren Kilometerzähler koppeln wollt. Ihr könnt diese Strecke ausmessen, indem ihr einen Kreidestrich auf den Reifen macht und den Weg mißt, den das Rad zurücklegt, bis die Markierung nach

einer Umdrehung wieder die gleiche Stellung erreicht hat. Einfacher ist es jedoch, wenn ihr den Durchmesser des Rades möglichst genau mißt und dann mit 3,14 malnehmt. Dann müßt ihr euch etwas ausdenken, wie ihr die Umdrehungen des Rades zählen könnt. Dies geht zum Beispiel mit einem kleinen Mitnehmer, den ihr an einer Speiche anbringt und der bei jeder Umdrehung ein Zahnrad einen Zahn weiterdreht. Dann müßt ihr euch entscheiden, ob ihr das ägyptische Kugelsystem oder das griechische und römische Zeigersystem verwenden wollt. Dabei werdet ihr schnell merken, daß ihr ganz schön rechnen müßt, um schließlich eine Anzeige zu erhalten, die beispielsweise den zurückgelegten Weg direkt in Hundertmeter-Einheiten anzeigt. Selbst wenn ihr einen solchen Kilometerzähler gar nicht bauen wollt, ist es ganz interessant, sich einmal eine solche Konstruktion auszudenken und sie durchzurechnen. Damit kann man sich schon einen verregneten Nachmittag vertreiben. Wenn ihr es dann geschafft habt, werdet ihr sicherlich zugeben müssen, daß die Erfinder im Altertum ganz und gar nicht hinter dem Mond zurück waren.



# Wie lang ist eine Stunde

Eine Uhr zu besitzen, ist heute eine Selbstverständlichkeit, und der Blick zum Handgelenk wird uns oft nicht einmal mehr so recht bewußt. Bewußt erleben wir die Zeit eigentlich nur, wenn wir uns verschlafen haben und nun all das, wofür wir sonst eine Stunde brauchen, in 20 Minuten gemacht sein muß, oder wenn uns die Zeit lang wird, weil wir auf jemanden warten. Dann schauen wir alle Augenblicke auf die Uhr, deren Zeiger gar nicht vorangehen will, während er beinahe zu rasen scheint, wenn die Zeit einmal knapp ist.

Wie diese beiden auch von euch sicherlich schon einmal empfundenen Eindrücke von der Zeit erkennen lassen, besitzt der Mensch kein zuverlässiges Zeitgefühl. Ob etwas lang dauert oder die Zeit im Fluge vergeht, hängt zu einem großen Teil davon ab, ob wir gerade etwas Angenehmes oder etwas Unangenehmes erleben, ob wir in Eile sind oder jede Menge Zeit haben.

Im Alltagsleben zählt unsere Zeit heute meist nach Minuten, im Sport sogar zum Teil schon nach Tausendsteln.

Zweifellos war das Leben in der „guten alten Zeit“ um einiges beschaulicher, aber mit der Zeit hielt man es auch in der Antike schon recht genau. Man verstand es vor einigen tausend Jahren nicht nur, die Tageszeit nach dem Stand der Sonne zu bestimmen. Schon bald verselbständigte sich die Zeit, und die Menschen bemühten sich, ein von der Sonne unabhängiges Zeitmaß zu finden. Schließlich wollte man auch bei bedecktem Himmel und nachts wissen, wie spät es war.

In Babylon bediente man sich bereits einer Wasseruhr. Tag und Nacht waren in je zwölf Stunden eingeteilt.

Die babylonische Wasseruhr bestand aus einem Metallgefäß, aus dem man

Wasser auslaufen ließ. Das Sinken des Wasserspiegels oder auch die aufgefangene Wassermenge dienten dabei als Zeitmaß. Geeicht wurde die Wasseruhr nach der Sonne, deren Lauf die Babylonier bereits exakt zu verfolgen verstanden.

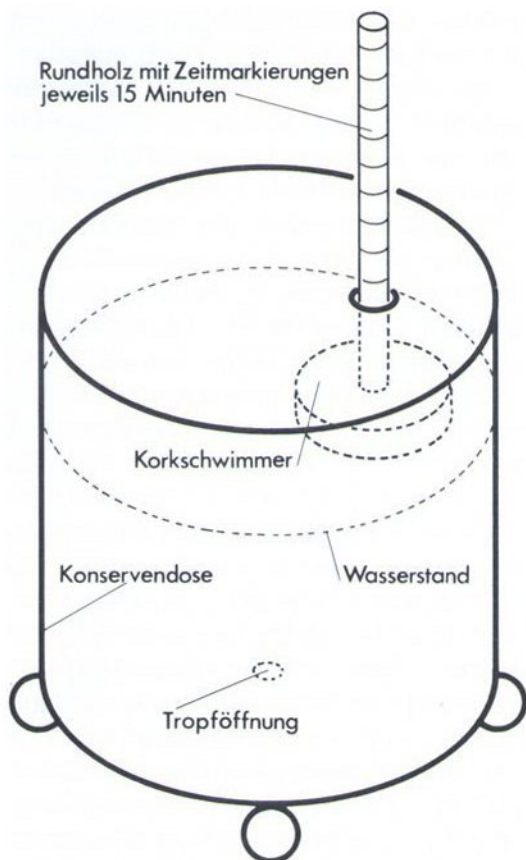
Das babylonische Zeitsystem war einzigartig, denn es schuf ein eigenständiges Maßsystem für die Zeit, die Länge und das Gewicht. Alle drei Maßeinheiten waren folgendermaßen miteinander verknüpft.

Eine Stunde war verstrichen, wenn aus einem würfelförmigen Gefäß mit einer bestimmten Ausflußöffnung eine Wassermenge vom Gewicht eines Talenten ausgelaufen war. Ein Talent, die älteste uns bekannte Gewichtseinheit, entsprach nach unserem heutigen Maßsystem etwa 26 Kilogramm. Wenn wir diese Zahl als Ausgangsbasis nehmen, so hatte die Auslaufmenge ein Volumen von 26 Litern. Da ein Würfel mit einer Kantenlänge von 29,6 cm ziemlich genau einen Rauminhalt von 26 Litern hat, ergab sich die Verknüpfung von Zeit-, Gewichts- und Längeneinheit. Doch damit nicht genug. Die Babylonier nahmen die Gewichtseinheit des Talenten auch als Grundlage ihres Geldwesens, so daß man etwas scherzhaft fragen könnte, wieviel Mark waren im alten Babylon eine Stunde, oder wieviel Liter hatte eine Stunde, oder was wog eine babylonische Stunde oder wie viele Zentimeter hatte eine Stunde? Doch Scherz beiseite!

Ein so universell verknüpftes Maßsystem hat es seit babylonischen Zeiten nicht mehr gegeben.

Wenn ihr Lust habt, könnt ihr euch sogar mit einfachen Mitteln eine Wasseruhr selbst bauen. Ihr braucht dazu nur eine große Konservendose, in deren Boden ihr mit einem dünnen Nagel eine feine Auslauföffnung schlagt. Nun füllt ihr die Dose randvoll mit Wasser und setzt einen breiten Korken hinein, in den ihr ein dünnes Rundholz gesteckt habt.





*Eine einfache Wasseruhr, die praktisch nichts kostet und sich zudem leicht selbst bauen läßt, entsteht aus einer einfachen Blechdose, einem großen Korken und einem Rundholzstab, auf dem die Zeitmarkierungen angebracht werden.*

Nun müßt ihr eure Wasseruhr eichen. Hierzu braucht ihr eine einigermaßen genau gehende Uhr. Beim Beginn des Eichvorganges markiert ihr mit Kugelschreiber die Startmarke, indem ihr den Schwimmer an den Dosenrand bugsiert und die Dosenoberkante auf dem Kork anzeichnet. Nach einer Viertelstunde wiederholt ihr diesen Vorgang, nach einer weiteren Viertelstunde wiederum. So macht ihr weiter, bis die Dose leergelaufen ist.

Auf dem Korken und dem Rundholz ergeben sich so Markierungen von Viertelstunde zu Viertelstunde. Wenn ihr beim

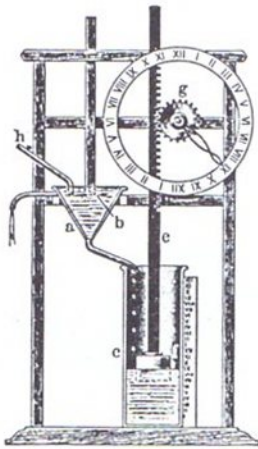
Räuber und Gendarm-, Indianer- oder Seeräuberspiel die genaue Wasserzeit ablesen wollt, müßt ihr eure Uhr möglichst zu einer vollen Stunde mit Wasser füllen und dann langsam leerlaufen lassen. Wenn ihr wissen wollt, wie spät es ist, peilt ihr einfach über den oberen Dosenrand und könnt am Korken oder auch am Rundholz die Zeit ablesen. Ist der Wasserspiegel zum Beispiel fünf Teilstriche gefallen, so sind seit Inbetriebnahme der Uhr fünf Viertelstunden vergangen.

Wenn ihr genau hinseht, werdet ihr merken, daß die Viertelstundenabstände auf dem Peilstab im Anfang größer sind und später immer kleiner werden. Dies liegt daran, daß bei voller Uhr der Wasserdruck größer ist und auch mehr Wasser in einer Viertelstunde ausfließt. Je leerer der Uhrbehälter wird, um so geringer wird der Druck, und um so langsamer fließt das Wasser. Deshalb genügt es nicht, nur die erste Viertelstunde abzuwarten und den sich ergebenden Abstand einfach mehrfach auf dem Peilstab abzutragen. Wenn ihr allerdings noch Fünf-Minuten-Zwischenmarkierungen auf dem Peilstab anbringen wollt, genügt es, wenn ihr die im Vergleich mit einer Uhr ermittelten 15-Minuten-Abstände einfach jeweils in drei gleiche Teile teilt.

Die Ägypter erkannten den Nachteil einer so primitiven Wasseruhr und ließen sich etwas einfallen, um die Druckschwankungen auszuschalten. Sie ließen das Wasser nicht direkt in das Meßgefäß rinnen, sondern leiteten es zunächst in einen Trichter, in dem ein Kegel saß, der nur einen winzigen Spalt zwischen Trichter und Kegel ließ. Über dem Kegel stand nur eine ganz geringe Wassersäule, da der Trichter den Kegel nur wenig überragte. Zuviel zulaufendes Wasser wurde über ein Röhrchen in ein separates Auffanggefäß geleitet.

Zwischen Trichterwand und Kegel rann





Die altägyptische Wasseruhr ging schon sehr genau und zeigte die Zeit mit einem Zeiger an. Aus einem großen Vorratsgefäß lief das Wasser in den Trichter (a), in den ein Kegel (b) eingesetzt war, so daß sich nur ein schmaler Spalt zwischen Trichter und Kegel ergab. Über dem Kegel stand stets nur wenig Wasser, so daß der Wasserdruck immer gleich blieb. Zuviel zufließendes Wasser wurde durch ein seitlich angesetztes Rohr abgeleitet. Das zwischen Trichter und Kegel durchfließende Wasser tropfte in das Auffanggefäß (c), in dem ein Schwimmer (f) mit steigendem Wasserstand nach oben glitt und über eine Zahnstange (e) den mit dem Zahnrad (g) verbundenen Zeiger bewegte.

nur wenig Wasser zum eigentlichen Meßgefäß, so daß das Wasser nur langsam tröpfelte. Im Meßgefäß schwamm ein an einer Zahnstange befestigter Schwimmer, der über ein Zahnrad einen Uhrzeiger bewegte, so daß man die Uhrzeit auf dem Zifferblatt ablesen konnte.

Die Ganggenauigkeit der ägyptischen Wasseruhr ließ sich übrigens mit einem einfachen Handgriff regulieren, indem man den Kegel im Trichter etwas absenkte, worauf die Uhr langsamer ging, oder den Durchfluß etwas vergrößerte, indem man den Kegel etwas anhob. Eine solche

Uhr ist übrigens gar nicht schwer zu bauen. Versucht es doch einmal!

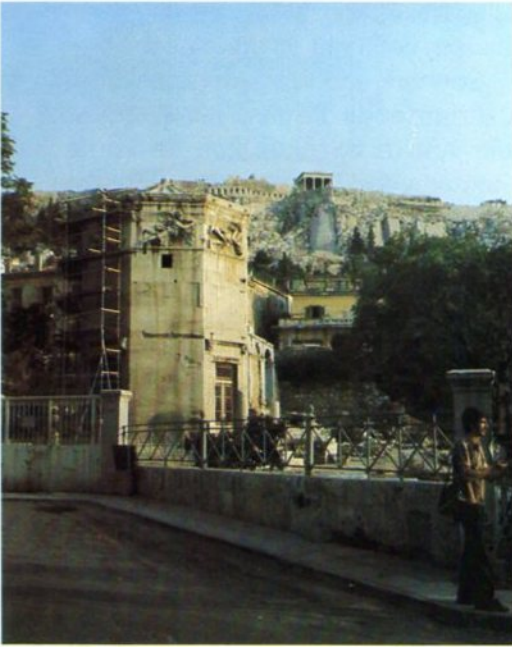
Sonnen- und Wasseruhren waren über Jahrtausende die gängigen Zeitmesser. In der Antike schickte man als vornehmer Römer oder Grieche einen Sklaven zur öffentlichen Sonnen- oder Wasseruhr, um sich die Zeit sagen zu lassen. Der Hin- und Rückweg machte die Zeitangabe zwar ziemlich ungenau, aber damals hatte man offenbar noch Zeit. Wenn der Herr es ganz genau wissen wollte, welche Stunde es war, mußte er eben selbst zur Uhr gehen.

Wenn ihr heute übrigens einmal nach Athen kommen solltet, so könnt ihr dort noch in der Nähe des Trajansforums den von dem Makedonier Andronikos gestifteten „Aerides“ oder „Turm der Winde“ bewundern. Dieser achteckige Marmorturm ist mit Reliefs der Windgötter geschmückt und wurde im ersten Jahrhundert vor Christus erbaut. Er trug früher an seinen Außenwänden Sonnenuhren. In seinem Inneren stand eine Wasseruhr, so daß die Athener bei sonnigem wie auch bei bedecktem Himmel die Zeit feststellen konnten.

Im Mittelalter benutzte man häufig Stundenkerzen oder Öllampen als Uhren, wobei das Niederbrennen des Wachsstockes oder der sinkende Ölpegel im durchsichtigen Lampenglas als Zeitmaß dienten.

Etwa 1000 Jahre alt ist die Räder- oder Gewichtsuhr, die der Mönch Gerbert (947-1003), der spätere Papst Sylvester II., erfunden haben soll. Sie bestand aus einem Räderwerk, das durch ein von einer Seiltrommel ablaufendes Seil über ein Gewicht in Bewegung gesetzt wurde. Als Antrieb diente also hier die Schwerkraft. Allerdings konnte sich das Seil nicht frei abwickeln. Über Zahnräder wurde die Drehbewegung der Seiltrommel auf ein sogenanntes Steigrad übertragen, dessen Zähne von zwei Metallflügeln abwech-





*Mit Reliefs der antiken Windgötter geschmückt war der „Aerides“ der Turm der Winde, den ihr noch heute in Athen bewundern könnt. Er wurde vor rund 2000 Jahren erbaut. Außen angebrachte Sonnenuhren und eine Wasseruhr im Innern dienten der Zeitmessung im antiken Athen.*

selnd festgehalten und wieder freigegeben wurden. Diese Flügel oder Lappen saßen auf einer senkrechten Achse mit einem großen Querbalken, an dessen Enden verschiebbare Schwinggewichte angebracht waren. Der Waagbalken hing an einer federnden Drahtschlaufe und schwang um so schneller hin und her, je näher man die Gewichte nach innen verschob, und um so langsamer, je weiter man sie nach außen rückte. Wer von euch Schlittschuh läuft, kennt diese Gesetzmäßigkeit vom Pirouettendrehen. Die Ursache dieser Erscheinung ist eine Verringerung der Trägheit, wenn sich die schwingenden oder kreiselartig drehenden Massen auf die Drehachse zu bewegen.

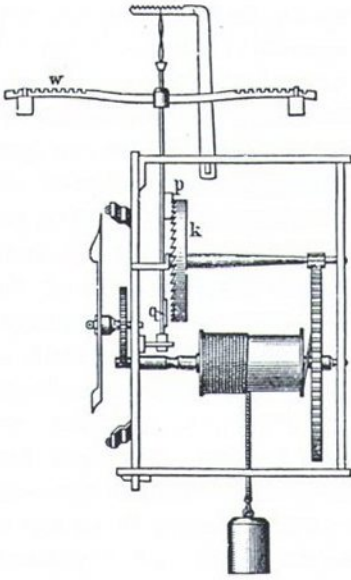
Gegen Ende des 15. Jahrhunderts nahmen solche Räderuhren auch ihren Einzug in die Wohnhäuser begüterter Bürger.

Zu Beginn des 16. Jahrhunderts entstand dann die Taschenuhr, deren Erfindung dem Nürnberger Schlosser Peter Henlein zugeschrieben wird. Sein Nürnberger Taschenei von 1510 konnte man erstmals überall mitnehmen. Als Antrieb benutzte Henlein die Kraft einer schneckenförmig aufgezogenen Spiralfeder, und dieser Antrieb sollte über 400 Jahre für Taschen- und Armbanduhrn aktuell bleiben. Für den gleichmäßigen Gang bei diesen Uhren sorgt die sogenannte Unruh. Dies ist eine Spiralfeder, deren eines Ende an der Grundplatte und deren anderes an der Drehachse eines kleinen Schwungrades befestigt ist. Spannt man die Spiralfeder durch Drehen des Schwungrades, so schwingt das Schwungrad beim Loslassen immer hin



*Eine brauchbare Uhr war auch das im Mittelalter häufig verwendete Stundenglas, bei dem der sinkende Spiegel des Lampenöls die Zeit anzeigte. An die Genauigkeit einer solchen Uhr durfte man allerdings keine allzu großen Ansprüche stellen, da auch die Dochtlänge eine Rolle spielte.*





Bestehend einfach war der Aufbau der alten Räder- oder Gewichtsuhrn, deren Gang durch einen schwingenden Waagbalken geregelt wurde.

und her. Diese gleichförmige Schwingung reguliert den Gang der Uhr. Damit die Unruh nicht infolge von Reibungsverlusten zum Stillstand kommt, wird ihr vom Federwerk der Uhr ständig Energie zugeführt. Dies geschieht über Zahnräder und ein Steigrad, dessen Zähne die Unruh abwechselnd in der einen und in der anderen Richtung anstoßen.

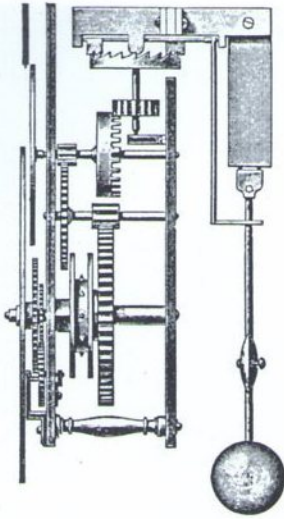
Den nächsten wichtigen Schritt zu noch genauer gehenden Uhren tat ein Physiker, dem wir bereits im Zusammenhang mit der Geschichte der „Kilometerfresser“ einmal begegnet sind, der Niederländer Huygens. Er erfand die Gangregulierung einer Uhr durch ein Pendel. Die gleichförmige Schwingung eines Pendels soll schon im 12. Jahrhundert von den Arabern benutzt worden sein, und auch bei astronomischen Beobachtungen hatte das Pendel schon vor Huygens als Zeitmaß gedient. Dabei begnügte man sich allerdings damit, die Pendelschwingungen auszuzählen.



Peter Henlein erfand die Unruhe und stellte um 1510 als erster dosenförmige Taschenuhren her, die als „Nürnberg Tascheneier“ berühmt wurden. Uhren in wirklicher Eiform ließen aber noch fast ein Jahrhundert auf sich warten. Die reich verzierte eiförmige Taschenuhr entstand um 1600 in Nürnberg.







Der niederländische Physiker Huygens baute 1656 als erster eine Räderuhr, deren Gang durch ein schwingendes Pendel reguliert wurde.

Huygens baute eine Räderuhr, bei der die Schwingungen eines Pendels dazu dienten, das Steigrad durch zwei auf der Pendelachse sitzende Stahlzungen im gleichbleibenden Takt immer um einen Zahn weiterspringen zu lassen. Dabei machte er sich eine Gesetzmäßigkeit zunutze, die bereits Leonardo da Vinci verblüfft hatte. Leonardo hatte voller Staunen beobachtet, daß die riesigen mit Kerzen bestückten Kronleuchter im Dom zu Pisa nach dem Hochziehen hin und her schwingen, und dabei festgestellt, daß die Schwingungsweite allmählich nachließ, die Schwingungsdauer jedoch gleich blieb.

Leonardo ging der erstaunlichen Beobachtung mit eigenen Experimenten auf den Grund und fand, daß die Schwingungsdauer einmal von der Pendellänge, also der Entfernung zwischen Aufhängungspunkt des Pendelfadens und dem Schwerpunkt des Pendels, abhängig war. Je länger das Pendel war, um so länger dauerte es, bis die Pendelkugel einmal hin

und her schwang. Nicht erklären konnte Leonardo, wieso ein Pendel bei allmählich kleiner werdendem Pendelweg dennoch eine gleich lange Schwingungsdauer hatte. Erst viel später sollte es gelingen, mit Hilfe der Mathematik diese auf verhältnismäßig kleine Schwingungsweiten begrenzte Unabhängigkeit von Schwingungsdauer und Schwingungsweg als Wirkung der Schwerkraft zu erklären. Doch da gab es die Pendeluhr bereits.

Wer von euch musiziert, kennt sicherlich das Metronom, das ebenfalls die gleichbleibende Schwingungsdauer des Pendels nutzt. Wenn ihr euch eine einfache Zeitmeßhilfe bauen wollt, so könnt ihr eine Eisenkugel an einem dünnen Zwirnsfaden aufhängen und sie hin und her schwingen lassen. Wenn der Abstand zwischen Kugelmittelpunkt und Aufhängungspunkt genau 99,7 cm mißt, benötigt die Kugel für einen Durchgang vom linken Wendepunkt zum rechten genau eine Sekunde. Mit diesem Sekundenpendel könnt ihr durch Auszählen der Schwingungen auch ohne Uhr Zeiten messen. Wer ein gutes Auge hat und etwas übt, kann mit einem solchen Sekundenpendel recht genaue Zeitmessungen durchführen. Auf eine Viertelsekunde genau zu messen, ist gar nicht so schwierig, wie ihr leicht durch einen Vergleich mit einer Stoppuhr feststellen könnt.

Gemessen an modernen Quarz-Uhren, bei denen die Schwingungen eines Quarz-Kristalls den Gang der Uhr regulieren, ist dies sicherlich nicht aufregend, dafür ist aber auch der technische Aufwand gemessen an der Kompliziertheit einer Quarzuhr überaus gering.

Doch damit genug von der Zeit und von alten und neuen Zeitmessern. Jetzt sollte Wolfgang noch einmal zu Wort kommen. Er hat allerlei optische Erfindungen und Kniffe ausgegraben, die sicherlich nicht nur für Fotofreunde interessant sind.



## Bitte recht freundlich

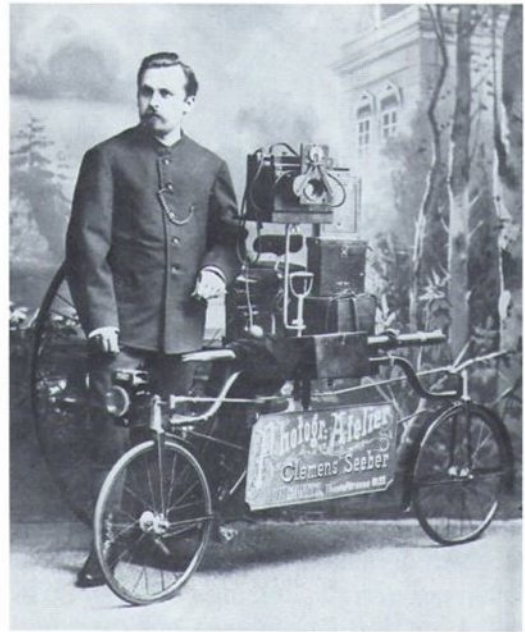
So, jetzt geht's los mit einem ganz tollen Kapitel – mit der Fotografie. Keine Angst, ihr müßt nicht unbedingt einen Fotoapparat zur Hand haben, um die Versuche nachmachen zu können – wir werden alles selbst bauen und ausprobieren.

Ich selbst habe als kleiner Kerl schon sehr früh mit der Fotografie begonnen, und zwar hatte ich das große Glück, daß bei meinem Vater in der Schule ein Lehrer war, der mir alles haargenau erklärte und mir viele Tips gab. Dieser Lehrer hat das so gut gemacht, daß ich die meisten Sachen heute noch nicht vergessen habe. Ich will versuchen, euch das auch alles mitzuteilen – hoffentlich kann ich das so gut wie damals mein Lehrer, wenn's nicht klappt, so seid mir nicht allzu böse.

### Das Superrohr für kleine Kerle

Genau wie damals will ich mit etwas beginnen, das nicht unbedingt etwas mit der Fotografie zu tun hat, denn die Bilder, die wir damit erzeugen, kann man nicht aufbewahren. Aber es hat etwas mit Licht und Spiegel zu tun, zwei wichtige Dinge, die in der Fotografie immer wieder vorkommen.

Denkt einmal daran, wie gemein die Erwachsenen manchmal sind, wenn ihr in einer großen Menschenmenge steht und auch etwas sehen wollt, was da vorne passiert. Über die Köpfe könnt ihr noch nicht hinwegsehen, und nach vorne lassen sie euch meistens auch nicht. Wer Glück hat, der wird von seinem Vater manchmal hochgehoben und bekommt so für ein paar Minuten etwas mit. Diese schreckliche Zeit könnt ihr jetzt ein für allemal vergessen, denn mit unserem Superrohr schlagen wir den Erwachsenen ein schönes Schnippchen.



*Ein alter Fotograf mit seiner Ausrüstung.*

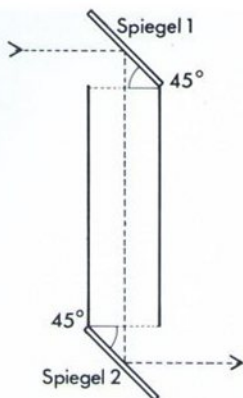
### Vom U-Boot abguckt

Ihr kennt sicherlich alle aus dem Fernsehen oder dem Kino das seltsame Rohr, das bei U-Booten immer ein Stück aus dem Wasser herausragt. Man nennt es Periskop, und es hat den Zweck, daß die Besatzung unter Wasser sehen kann, was oben passiert; ob Land in Sicht ist oder ob ein anderes Schiff vorbeifährt. Dieses seltsame Periskop empfehle ich euch zum Nachbau, denn man benötigt wirklich nicht viel dazu, und der große Vorteil besteht darin, daß ihr über alle Erwachsenen hinwegsehen könnt.

So, jetzt ganz schnell zu den Bauteilen, die ihr benötigt:

1. eine Zeichenrolle aus Pappe (fragt mal euren Vater oder geht in ein Schreibwarengeschäft)
2. zwei Spiegel, zum Beispiel Taschenspiegel oder Rasierspiegel
3. etwas Klebstoff, etwas Klebeband
4. ein Taschenmesser.





Auf dem kleinen Bild oben habe ich das Prinzip einmal herausgezeichnet. Ihr seht, daß das Licht von vorne auf den oberen Spiegel fällt und reflektiert wird. Die Lichtstrahlen gehen dann durch das Rohr und fallen auf den zweiten, den unteren Spiegel. Auch dort werden sie reflektiert und treten durch das kleine Loch wieder nach außen. Also, wenn wir durch das kleine Loch unten schauen, so sehen wir alles, was oben auf den Spiegel fällt. Der Vorteil besteht darin, daß wir mit dem langen Rohr bestimmt über alle Erwachsenen hinwegsehen können. Aber noch nicht genug mit den Vorteilen. Genausogut können wir natürlich damit auch um eine Ecke

schauen und das Treiben dahinter genau beobachten, ohne selbst gesehen zu werden. Das richtige Gerät für angehende Detektive. Ich habe eben einfach das Wort „reflektieren“ benutzt, und vielleicht gibt es den einen oder anderen unter euch, der damit nichts anzufangen weiß. Nehmt einmal einen Spiegel zur Hand und macht ein paar Versuche damit. Wie müßt ihr den Spiegel halten, damit ihr euch selbst seht? Was seht ihr, wenn der Spiegel schräg gehalten wird? Nun, auf dem kleinen Bild nebenan habt ihr die Lösung.

Die Lichtstrahlen, die auf den Spiegel treffen, werden von der glänzenden Schicht zurückgeworfen; sie werden reflektiert, und zwar genau in dem Winkel, wie sie ankommen. Deshalb seht ihr euch nur im Spiegel, wenn ihr ihn ganz gerade vor das Gesicht haltet, denn nur dann kommen die Lichtstrahlen von vorne und gehen genauso zurück; ihr könnt euch selbst sehen.

Bei unserem Superrohr müssen wir den Spiegel anders stellen, und zwar so, daß die oben einfallenden Lichtstrahlen genauso unten – im gleichen Winkel – wieder herauskommen. Auf der Zeichnung ist



Ohne selbst gesehen zu werden, kann man damit um die Ecke gucken.



Das fertige Rohr mit den beiden Spiegeln (es ist ca. 1 Meter lang).

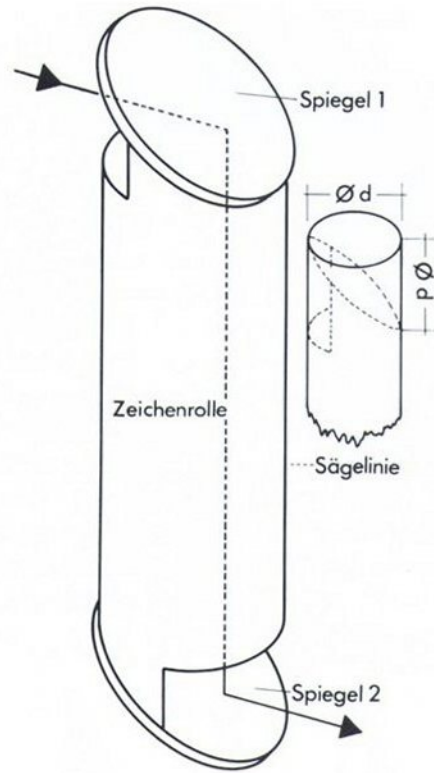


das klar zu sehen. Und noch einen ganz tollen Vorteil hat unser Periskop, denn die Bilder, die wir unten sehen, sind seitenrichtig. Was ist denn das? Nun, ein einzelner Spiegel verdreht die Seiten, er macht aus rechts links und umgekehrt. Probiert das ruhig einmal aus. Nehmt einen Gegenstand in die Hand, stellt euch vor den Spiegel und überlegt, in welcher Hand ihr den Gegenstand haltet. Na, reingefallen? Das ist ganz schön verrückt!

Aber mit unserer Konstruktion haben wir den Spiegelfehler ausgemerzt, denn das, was der obere Spiegel falsch macht, macht der untere Spiegel wieder richtig. Wie wär's, wenn ihr euch mit dem Spiegel so ein paar Groschen nebenbei verdient? Fragt doch mal die Eltern und wettet mit ihnen, daß ihr zaubern könnt. Die Frage: in welcher Hand hältst du dein Glas, Papi? Antwort: in der rechten! Ihr, indem dem Vater der Spiegel vorgehalten wird: Falsch, in der linken, bitte überzeuge dich selbst. Schon klingelt's wieder in eurem Sparschwein.

So, das Prinzip ist klar, und ich will euch nur noch ein paar Tips geben, wie ihr das Rohr am besten baut. Beide Spiegel müssen unter 45 Grad eingebaut werden, wie der Fachmann sagen würde. Das ist schwer zu verstehen, deshalb folgendes Verfahren. Ihr nehmt ein Lineal und bestimmt den Durchmesser der Röhre. Auf einer Seite macht ihr euch mit dem Filzstift oder Bleistift eine Markierung oben am Rand. Genau auf der anderen Seite dieser Markierung meßt ihr mit dem Lineal nun die gleiche Strecke wie der Durchmesser nach unten hin ab; wieder eine Markierung. Mit dem Messer müßt ihr jetzt schön vorsichtig die Rolle so schneiden, daß ihr von der oberen Markierung schräg nach unten zu der zweiten Markierung gelangt.

Bei der anderen Seite wird es genauso gemacht, nur erfolgt der Schnitt anders-



So wird's gebaut.

herum, wie es in der Zeichnung zu erkennen ist.

Die beiden Spiegel werden dann einfach auf den Rand der Rolle aufgeklebt, vorausgesetzt, daß die Spiegel groß genug sind. Wenn nicht, so schneidet aus Pappe ein größeres Stück aus und klebt die Pappe auf den Rohrrand. Vorher müßt ihr natürlich für den Spiegel ein Guckfenster gemacht haben. Je größer das Fenster, desto größer ist euer Blickwinkel. Also: schön genau arbeiten. Dann müßt ihr natürlich nach vorne ein großes Fenster in die Rolle einarbeiten, damit die Lichtstrahlen auf den Spiegel treffen können. Unten genügt ein ziemlich kleines Loch, in das ihr hineinschaut. Probiert's doch einmal einfach aus, ihr werdet erstaunt sein, was man damit alles machen kann.

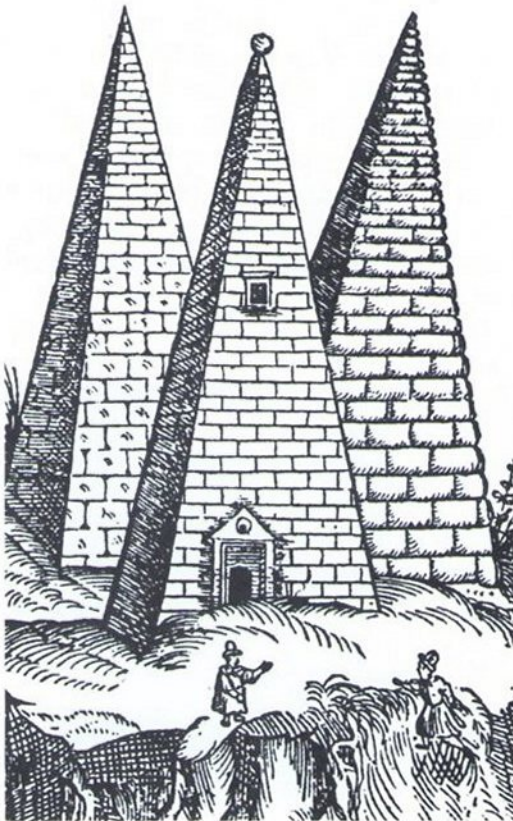


## Licht und Schatten

So, jetzt beginnen wir ganz schnell mit der Fotografie. Die Frage nach dem Erfinder ist sehr schwer zu beantworten, denn genau wie beim Telefon, so muß man auch hier eine ganze Reihe von Namen nennen, die alle ein wenig dazu beigetragen haben, daß das Bildermachen heute so einfach geworden ist. Im Laufe der Jahre ist viel darüber geschrieben worden, und in jedem Buch wird meist ein anderer als Erfinder genannt. Wir sollten nicht den gleichen Fehler machen, sondern immer daran denken, daß jeder nur ein kleines Teilchen für eine große Idee liefern konnte.

Seitdem es möglich ist, auf die Schnelle mal ein Foto zu machen, hat sich unser ganzes tägliches Leben verändert. Was

würdet ihr wohl machen, wenn euer Brieffreund wissen wollte, wie ihr aussieht, und es gäbe keinen Fotoapparat? Dann müßtet ihr euch ganz schön anstrengen, um Nase, Ohren und Augen zu beschreiben, oder ihr würdet versuchen, ein Bild zu malen. Na, ob der Freund oder die Freundin dann eine richtige Vorstellung von euch hätte? Ich sehe da ziemlich schwarz. Versucht's doch mal! Sicher geht es euch dann so ähnlich wie dem armen Künstler aus dem Mittelalter, der den nebenstehenden Holzschnitt gemacht hat. Wahrscheinlich hat er nie in seinem Leben eine Pyramide gesehen, sondern kannte solche Bauwerke nur vom Hörensagen. Da er sich einfach nicht vorstellen konnte, wie es im fernen Ägypten aussah, so malte er Türen und Fenster dazu, obwohl niemals so etwas eingebaut war. Außerdem sind ihm die Türme etwas zu spitz geraten, wie ihr mit dem zweiten Bild, einem echten Foto, vergleichen könnt. Diese Aufnahme gehört zu den allerersten Bildern, die im vergangenen Jahrhundert aus Ägypten nach Deutschland gebracht wurden. Jetzt erst konnte der Betrachter sicher sein, daß er sich von einem fremden Land keine falsche Vorstellung machte, denn der Hauptvorteil der Fotografie besteht darin,



Links der Holzschnitt aus der Mitte des 16. Jahrhunderts; rechts: eines der ersten Fotos der Pyramiden, das nach Deutschland gelangte.



daß sie die Dinge so darstellt, wie sie sind. Vorbei war jetzt die Zeit, wo die Maler den Leuten etwas vorgaukeln konnten.

Der Wunsch, ein Abbild der Natur möglichst echt herzustellen, war schon immer im Menschen verwurzelt. Es dauerte nur eine lange Zeit, bis man Verfahren und Apparate erfand, um dies möglichst einfach hinzukriegen.

### So begann's

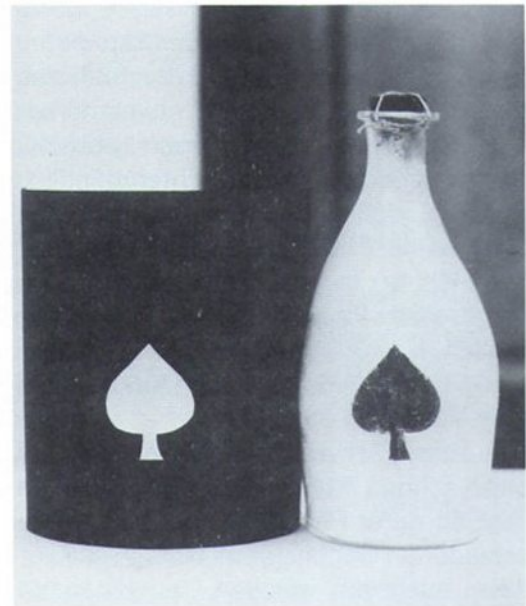
Als einer der Großväter der Fotografie muß man den Prof. Johann Heinrich Schulze (1687 - 1744) erwähnen. Er entdeckte mehr zufällig, daß ein Schlamm, der aus Kreide, Silbernitrat und Wasser besteht, sich durch Lichteinwirkung dunkel verfärbt. Legt man nun eine Schablone auf diesen Schlamm, aus der man vorher einige Zeichen ausgeschnitten hat, so werden nach stundenlanger Belichtung die Stellen schwarz, auf die das Licht fallen kann. Die anderen Stellen, die unter dem lichtundurchlässigen Karton liegen, bleiben weiß. Zieht man den Karton ab, so hat man ein Schwarz-weiß-Bild, zumindest für eine gewisse Zeit, denn die weißen Stellen dunkeln jetzt im Licht ja auch nach. Es ist zwar noch kein richtiges Foto, doch der Anfang war geschafft. Johann Heinrich Schulze hat eine ganz wichtige Entdeckung gemacht: Silbernitrat ist lichtempfindlich! Auch die heutigen modernen Filme und Fotopapiere enthalten noch Silber.

Ich kann mir vorstellen, daß es euch Spaß macht, diese tolle Entdeckung zu Hause nachzumachen. Ich habe lange überlegt, ob ich euch das Rezept dazu aufschreiben sollte. Aber es gibt zwei große Nachteile, die mich davon abhielten:

1. Silbernitrat ist sehr teuer und
2. nicht ungefährlich, wenn man damit experimentiert.



Johann Heinrich Schulze.



Die Entdeckung von Prof. Johann Heinrich Schulze 1727: der Schlamm aus Kriese, Silbernitrat und Wasser färbt sich durch Lichteinwirkung an den „offenen“ Stellen dunkel.



Nicht umsonst sagt man auch zu Silbernitrat Höllestein. Aber ich glaube, daß ich einen tollen Ausweg gefunden habe, der noch mehr Spaß macht.

Kauft euch beim Fotohändler die kleinste und billigste Packung (25 Blatt) Fotopapier. Das dürfte eigentlich nicht mehr als 1,- DM kosten. Dieses Fotopapier ist ebenso wie bei der Entdeckung von Schulze mit einer Silberverbindung lichtempfindlich gemacht worden. Der weitere Vorteil dieses Versuchs: ihr braucht nichts weiter dazu: keine Dunkelkammer und keine Chemikalien.

Wenn ihr das Fotopapier habt, so sucht ihr euch am besten zuerst einmal einen Raum, den ihr etwas verdunkeln könnt. Laßt den Rolladen runter oder wartet bis zum Abend. Dann öffnet ihr die Packung und holt nur ein Papier heraus, den Rest verpackt ihr wieder gut. Auf dieses eine Blatt legt ihr nun einfach Gegenstände, die ihr gerade in die Finger bekommt, wie Geldstücke, Radiergummi, Bleistifte usw.

Ach so, ich muß euch noch sagen, wie ihr die lichtempfindliche Seite des Papiers findet. Eine Seite ist glänzend und fühlt sich glatt an, die Rückseite ist etwas rauher und oft mit dem Firmennamen bedruckt. Die glänzende Seite ist lichtempfindlich und wird nach oben gelegt. Jetzt könnt ihr Licht anmachen, und es heißt abwarten. Das Licht beginnt nun, nach und nach das unbedeckte Papier dunkel zu tönen. Die Stellen, die ihr mit Gegenständen abgedeckt habt, bleiben weiß – genau wie bei dem Verfahren von Schulze.

Auf diese Art und Weise könnt ihr schon ganz schöne Kunstwerke herstellen. Es liegt an eurer Phantasie, wie ihr die verschiedenen Gegenstände hinlegt, und vor allem auch, mit welchen Gegenständen ihr das macht. Das Bild zeigt ein auf ähnliche Weise gemachtes Foto, man nennt solche Bilder „Photogramme“

Einen Nachteil hat unser Verfahren: läßt



*Ein selbstgemachtes Fotogramm.*

man das Fotopapier nachher auch ohne aufgelegte Gegenstände im Licht liegen, so dunkeln die hellgebliebenen Stellen natürlich nach, so daß nach einigen Tagen das ganze Blatt gleichmäßig schwarz ist.

Aber warum soll man nicht auch einmal einen Nachteil zu einem Vorteil ummünzen?

Ich habe da eine tolle Idee für euch, wie ihr alle Freunde hereinlegen und verblüffen könnt. Ihr braucht dazu nur eine dünne Glasscheibe (z. B. von einem Bilderrahmen) und einen schwarzen Filzschreiber. Das Zimmer wird wieder etwas abgedunkelt, die glänzende Seite vom Fotopapier nach oben, die Glasscheibe auf das Papier gelegt, so daß sie nicht verrutschen kann, und nun schreibt ihr mit dem Filzstift einen Text auf das Glas. Z. B. kann ich mir vorstellen, daß ihr einem Freund zum Geburtstag gratulieren wollt. Das Licht wird dann wieder angemacht, und jetzt habt ihr nichts anderes zu tun als vorhin: die schwarze Schrift auf dem Glas wirft Schatten auf das Papier; an diesen Stellen bleibt es weiß, der Rest dunkelt nach, so daß man nachher den Text lesen kann. Das so behandelte Fotopapier steckt ihr dann



möglichst schnell in zwei dicke Umschläge (damit es lichtdicht ist) und bringt es zur Post. Was glaubt ihr wohl, was euer Freund für Augen macht, wenn der schöne Geburtstagswunsch von Tag zu Tag immer mehr verblaßt.

Und noch eine tolle Idee kommt mir da gerade in den Sinn. Ihr könnt mit dieser Methode auch ruhig glühende Liebesbriefe an euren Freund oder Freundin schicken. Später, wenn die Beziehung kaputtgegangen ist, kann keiner mehr etwas lesen und euch an Versprechungen erinnern. Na, das ist doch ein ganz raffiniertes System. So, den ersten Schritt auf dem Wege zur Erfindung der Fotografie hätten wir damit geschafft. Wir haben gesehen, daß es uns selbst mit primitivsten Mitteln gelungen ist, eine Art Foto zu machen. Natürlich mit sehr langer Belichtungszeit, aber immerhin.

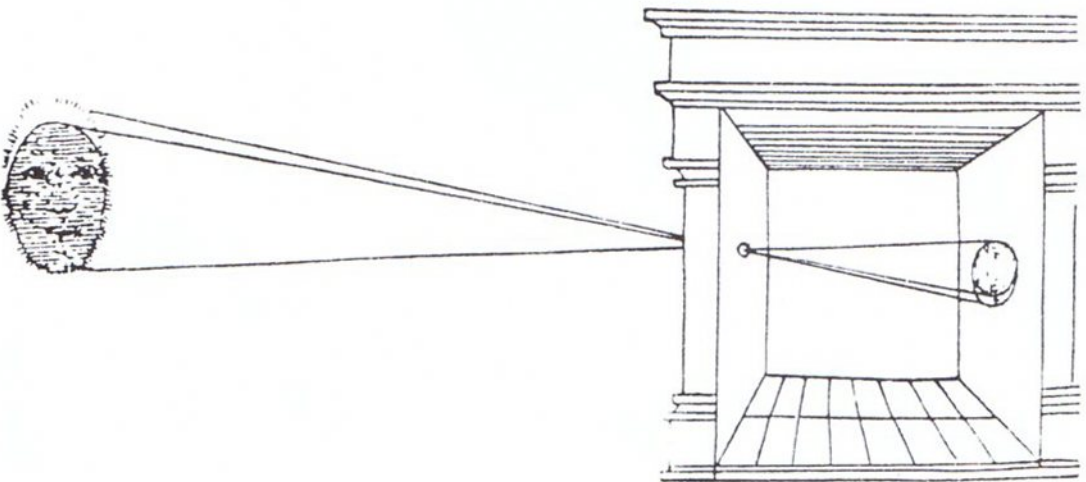
Ihr habt vielleicht schon selbst gemerkt, daß wir mit dieser Methode allerdings nur die Umrisse von Gegenständen oder einer Schrift festhalten können. Wenn wir eine Landschaft oder eine Person fotografieren wollen, so müssen wir uns noch etwas anderes einfallen lassen – wir benötigen einen Fotoapparat.

## Die Camera obscura

Die Worte „Camera obscura“ kommen aus der lateinischen Sprache und bedeuten soviel wie „dunkles Zimmer“. Es hat nichts mit der Dunkelkammer eines Fotografen zu tun, sondern es bezieht sich auf ein physikalisches Prinzip, das in der Geschichte schon lange bekannt war.

Stellt euch einen abgedunkelten Raum vor, bei der die eine Wand mit heller Farbe gestrichen sein muß. In die gegenüberliegende Seite dieser Wand ist ein winzig kleines Loch gebohrt, das von außen Licht hereinläßt. Was glaubt ihr, was da passiert? Gar nichts? O doch, denn auf der weißen Wand haben wir jetzt eine genaue Abbildung der Landschaft, nur ist das Bild nicht sehr hell, steht auf dem Kopf und ist seitenverkehrt. Aber immerhin sind die Gegenstände, die draußen stehen, wie Kirchtürme, Häuser usw., so weit im richtigen Maßstab verkleinert, daß sie auf die weiße Wand passen. Ich werde euch gleich noch erklären, warum das so funktioniert, zuerst sollt ihr erfahren, was man damals mit dieser Entdeckung alles angestellt hat.

Der erste, der mit einer Camera obscura



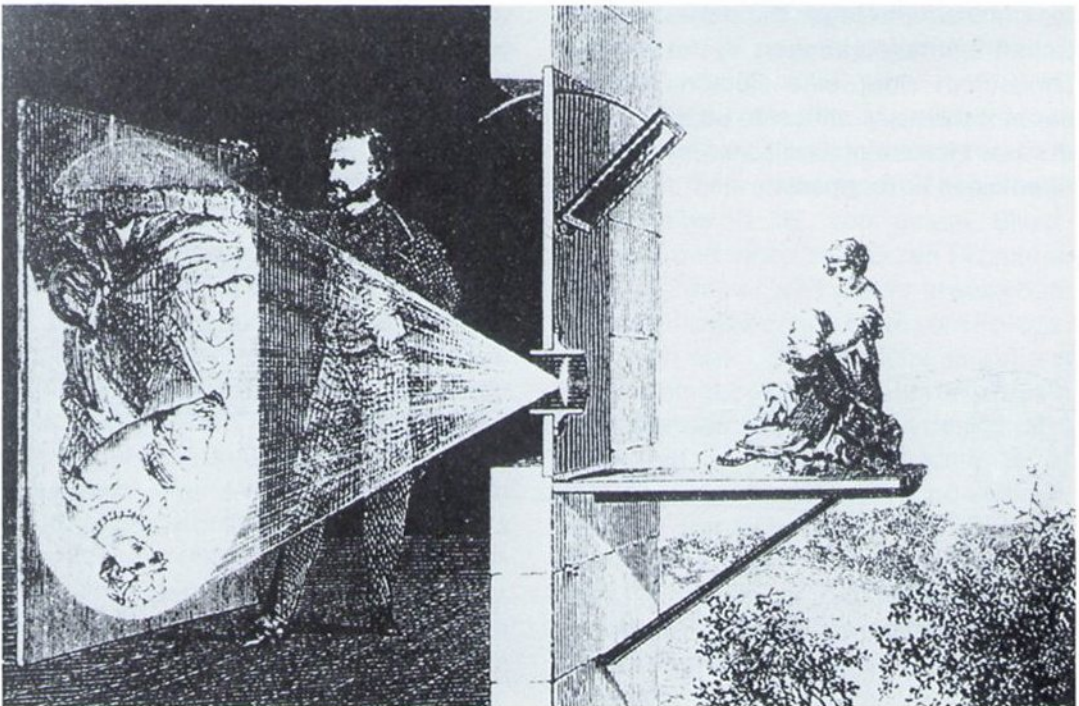
Das Bild zeigt das Prinzip einer camera obscura. Aus dem Buch von Gemma Frisius, 1545.



experimentierte, soll der englische Mönch Roger Bacon (1214 - 1294) gewesen sein. Später wurde die Entdeckung von dem großen Erfinder Leonardo da Vinci (1452 - 1519) wieder aufgenommen. Er schildert in seiner Schrift Codex atlanticus, wie man durch eine kleine Öffnung in der Wand eines geschlossenen Raumes Bilder außerhalb befindlicher Gegenstände erhalten kann. Vielfach wird Leonardo da Vinci deshalb für den Erfinder der Camera obscura gehalten, was allerdings nicht stimmt, denn Bacon machte seine Versuche viel früher.

Die älteste Abbildung einer Camera obscura ist in dem Buch „de radio astronomico et geometrico liber“ enthalten. Es erschien 1545 in Antwerpen. Der Autor Gemma Frisius (1508 - 1555), ein deutscher Physiker und Mathematiker, schildert dort, wie eine Sonnenfinsternis beobachtet wurde.

In der Zeit danach wurde die „dunkle Kammer“ zu einem beliebten Gerät, das man einmal dazu einsetzte, um Zuschauer zu verblüffen, zum anderen benutzten es auch die Künstler der damaligen Zeit, um Landschaftsbilder genau nachzumalen. Sie stellten dazu eine große Kiste auf dem Feld auf und verschwanden darin. Da die Landschaft auf dem Kopf stehend auf der anderen Seite des kleinen Loches verkleinert abgebildet wurde, brauchten sie jetzt mit dem Kohlestift den Konturen nur noch nachzufahren, und fertig war das Bild. Es gab im Laufe der Jahrhundertwende die tollsten Apparate dieser Art, sie wurden bald verbessert, z. B. so, daß man über Spiegel das Bild umlenkte und dann sitzend am Tisch sein Bild malen konnte usw., usw.



Die Camera obscura als Zeichenhilfsgerät. Draußen saßen die Personen, innen wurde das auf dem Kopf stehende Bild nachgezeichnet.

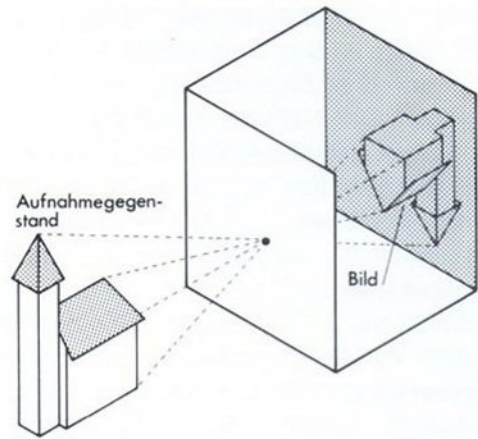


## Das kleine Loch macht's möglich

Ich habe euch eben versprochen, daß ich das Funktionsprinzip einer Camera obscura erläutern will. Ihr müßt wieder etwas aufpassen, denn es kommt ein klein wenig Physik ins Spiel.

Betrachten wir uns zuerst einmal ganz genau das kleine Bild nebenan. Wir wollen den spitzen Kirchturm mit einer Kamera fotografieren. Die erste Bedingung, die wir erfüllen müssen, ist: eine Möglichkeit zu finden, um den Turm verkleinern zu können, denn stellt euch mal das Foto vor, wenn wir nach der alten Methode ein Umrißfeld machen wollten. Nun, wie man das Bild verkleinern kann, haben wir eben im Ansatz schon gesehen.

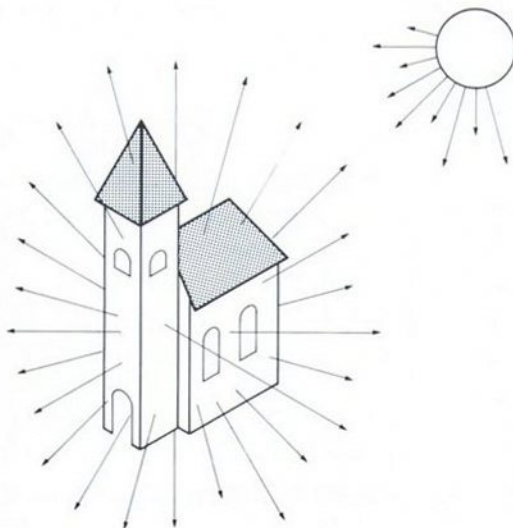
Die zweite Bedingung, die erfüllt sein muß: wir benötigen die Sonne, damit wir den Kirchturm überhaupt sehen und damit auch fotografieren können. Die Lichtstrahlen der Sonne treffen auf alle Gegenstände in der Landschaft, so auch auf den Kirchturm. Die Strahlen werden von den Gegenständen mehr oder weniger stark zurückgeworfen, reflektiert, ähnlich wie vorhin bei dem Spiegel, und zwar nach allen Seiten. Mit unseren Augen können



wir diese reflektierten Strahlen sehen und machen mit Hilfe des Gehirns ein Bild aus der Vielzahl der Strahlen. Je nachdem, wie der Gegenstand, auf den die Sonnenstrahlen fallen, beschaffen ist, wird viel oder wenig reflektiert. Das Dach des Turms reflektiert kaum – es bleibt dunkel, die weiße Wand reflektiert viel – sie erscheint hell.

So, jetzt können wir uns so langsam an die Camera obscura heranwagen. Wir bauen unser „dunkles Zimmer“ in einiger Entfernung von dem Kirchturm auf. Das kleine Lichtloch wird natürlich in Richtung des Turms gebohrt; auf der anderen Seite haben wir die weiße Wand. Nun müßte es fast schon klar sein, was passiert. Von der Turmspitze, wie von allen anderen Punkten in der Landschaft, gehen nach allen Richtungen reflektierte Lichtstrahlen aus, die natürlich auch auf die Vorderseite unserer „Camera“ fallen. Wenn es uns nun gelingt, von jedem Punkt des Turms nur einen einzigen Lichtstrahl auszusondern und ihn auf die Wand zu bringen, so haben wir ein genaues Abbild der Natur erreicht.

Ganz einfach – das Loch in der Vorderwand macht's möglich, es läßt nur die Strahlen durch, die genau hineinpassen, der Rest wird von der Vorderwand zurückgehalten. Auf dem Bild seht ihr auch, daß das Loch möglichst klein sein muß, damit





nicht mehr Strahlen von einem Punkt hineinpassen. Ist das Loch nämlich zu groß, so wird das Bild auf der Rückwand unscharf. Der Nachteil dieser Bedingung liegt darin, daß das Abbild natürlich ziemlich dunkel ist, denn es geht nicht viel Licht durch ein kleines Loch. Wir werden nachher noch einen Ausweg finden, um diesen Nachteil auszumerzen.

Zuerst möchte ich euch noch auf einen großen Vorteil aufmerksam machen. Wir können mit unserer „Camera obscura“ auf einfachste Art auch den Abbildungsmaßstab verändern, d. h. wir können bestimmen, wie stark unser Kirchturm verkleinert werden soll. Wir müssen dazu nur die weiße Wand mehr oder weniger nah an das Loch bringen. Ist die Wand nah, so bekommen wir sehr viel von der Landschaft draußen auf das Bild, also noch mehr als nur den Kirchturm.

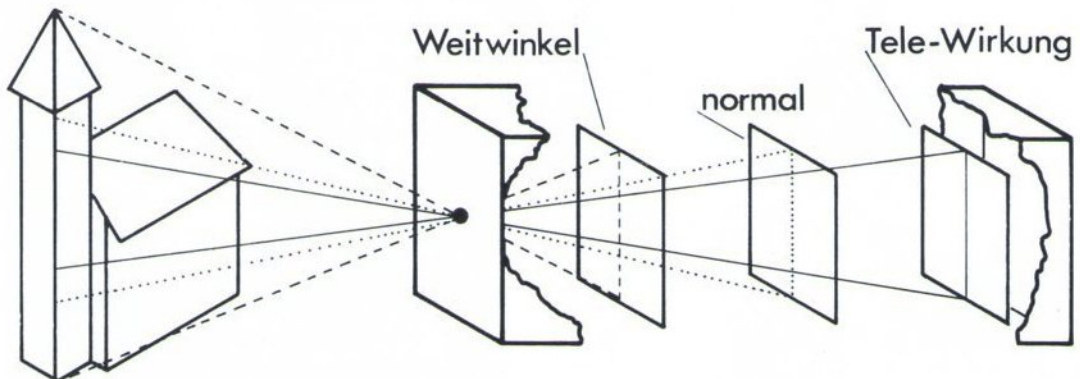
Ist die Wand weit weg, so gelingt es uns vielleicht, nur einen Ausschnitt von dem Turm abzubilden.

Für die Fortgeschrittenen unter euch: ihr habt vielleicht schon einmal etwas von einem Weitwinkel- und einem Teleobjektiv gehört. Das ist kaum etwas anderes. Ein Weitwinkel – so sagt der Name ja schon – ermöglicht eine Aufnahme, bei der viel von einer Landschaft zu sehen ist. Ein Weitwin-



Eine Camera obscura um 1820.

kelobjektiv ist deshalb auch immer sehr kurz, es sitzt nahe an der Abbildungsfläche. Ein Teleobjektiv ist sehr lang, also weit weg von der Fläche – und man macht damit eben Ausschnittbilder von der Landschaft. Na, habt ihr jetzt auch verstanden, warum manche Fotoreporter mit so langen Röhren, den Teleobjektiven, herumlaufen? Sie wollen das Geschehen möglichst nahe heranholen. Unsere Camera obscura ist da eigentlich viel leistungsfähiger – wenn wir nur die Abbil-



Eine Camera obscura. Das Bild wurde auf eine Mattscheibe projiziert, so daß man die Natur leicht nachzeichnen konnte.



dungswand verschieben, so können wir zwischen Tele- oder Weitwinkel wählen.

So, jetzt wird es aber Zeit, daß mal wieder etwas zum Nachbauen dabei ist. Man kapiert alles viel besser, wenn man es selbst probiert.

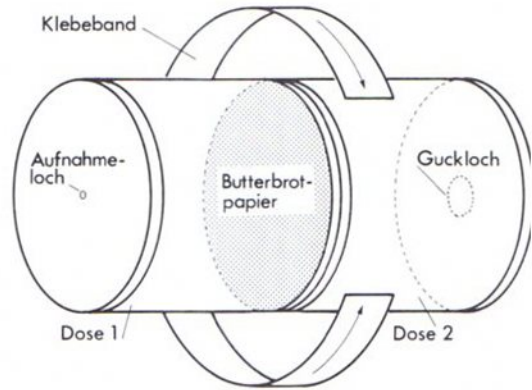
### Fotoapparat selbstgebaut

Bisher haben wir immer von einer „dunklen Kammer“ gesprochen, in die man tatsächlich hineinkrabbeln mußte, um die Bilder sehen zu können. Keine Angst, ihr müßt nicht zum Zimmermann werden und braucht auch den Garten der Eltern nicht mit einer Riesenkiste zu verschandeln. Es geht nämlich auch viel kleiner.

Wenn ich euch jetzt einen Bauvorschlag empfehle, so ist dies nur eine Möglichkeit. Ihr könnt alles mögliche dazu nehmen. Laßt eurer Phantasie freien Lauf – überlegt, was ihr sonst zu Hause habt, wenn das von mir Empfohlene nicht gerade zur Hand ist.

Eine tolle Camera obscura habe ich mir aus zwei leeren Kaffeebüchsen und etwas Butterbrotpapier zusammengebastelt. Das geht ruckzuck und ist nachher bequem auszuprobieren. Das Butterbrotpapier ergibt unsere Abbildungsfläche, auf die das Bild „projiziert“ wird. Man nennt dies auch eine Mattscheibe (die mancher vor dem Kopf haben soll), sie hat die Eigenschaft, daß man zwar nicht hindurchschauen kann, daß aber Umrisse, die darauf abgebildet werden, auch von der anderen Seite betrachtet werden können. Also genau das, was wir benötigen.

So, der Rest ist einfach. Die Kaffeedosen müssen zuerst immer etwas präpariert werden. Sie werden mit schwarzer Plakatfarbe oder mit mattem Schultafellack angestrichen. Das hat den Sinn, daß die glänzenden Innenflächen nun nicht mehr das einfallende Licht reflektieren



Ein Fotoapparat aus zwei Kaffeedosen.

können und damit das entstehende Bild auf der Mattscheibe verfälschen würden.

Mit einem (wirklich) dünnen Nägelchen und einem leichten Hammer schlagen wir jetzt genau in die Mitte des Blechbodens ein Loch, durch das wir nachher fotografieren. Ihr wißt noch, warum das Loch sehr klein sein muß? Auf die offene Rückseite kleben wir jetzt mit einem guten Kleber (z. B. Pattex) das Butterbrotpapier als Mattscheibe auf den Rand der Dose. Das Papier sollte möglichst stramm sitzen. Während alles trocknet, bereiten wir die zweite Dose vor.

Die zweite Dose hat mit der Fotografie eigentlich nichts mehr zu tun. Wir benötigen sie, um die Mattscheibe aus Papier dunkel zu halten, denn sonst können wir das Bild nicht mehr sehen, die Umgebung ist dann heller als das Abbild. Wenn man so will, so hat die zweite Dose genau die Aufgabe, die man früher mit einem schwarzen Tuch gelöst hat, unter das die Fotografen immer verschwanden, wenn sie die Kamera scharfstellten. Ihr kennt das bestimmt.

In den Boden dieser Betrachtungsdose könnt ihr ein etwas größeres Loch machen, denn ihr müßt dort hindurchschauen können. Vielleicht helft ihr mit dem Messer etwas nach. Wenn die Matt-

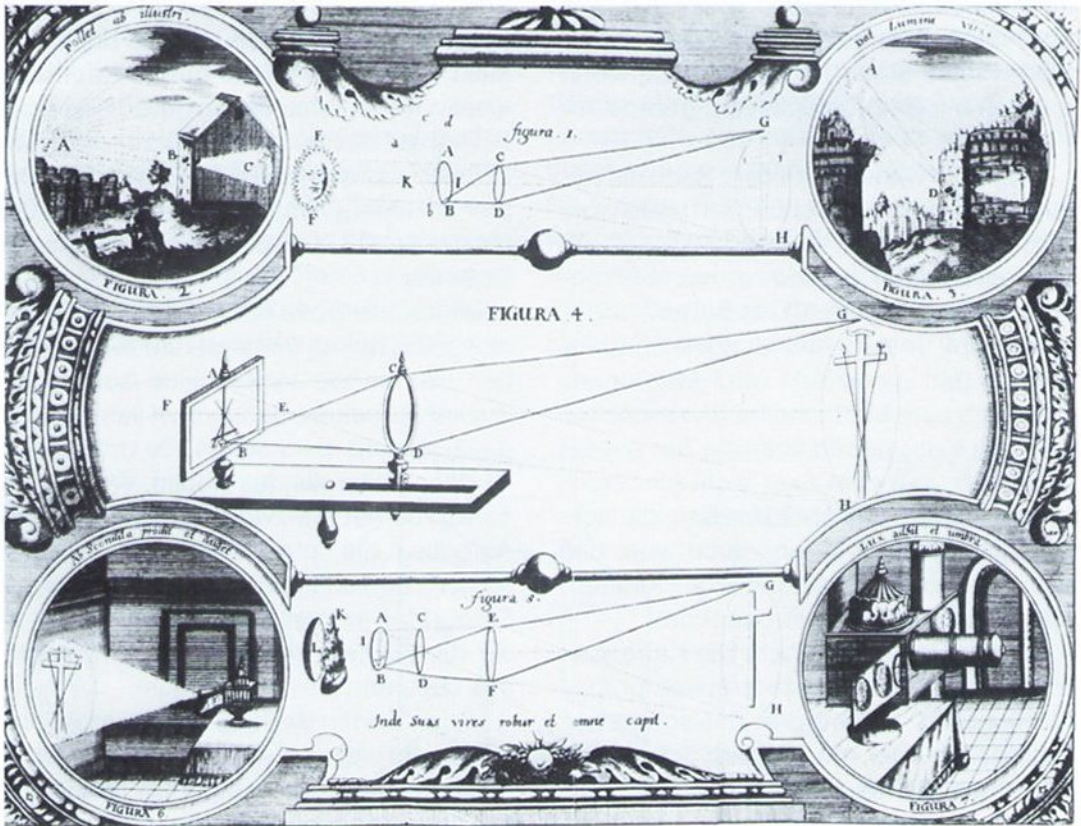


scheibe auf der ersten Dose angeklebt ist, wird in der gleichen Weise die zweite Büchse anmontiert. Die letzte Feinarbeit besteht noch darin, daß ihr das überstehende Butterbrotpapier vorsichtig abschneidet und mit einem Klebestreifen rundherum den Schlitz zwischen den beiden Büchsen lichtdicht abschließt. So, damit ist unser Modell Marke „Eigenbau“ fertig, und ihr könnt damit auf Motivsuche gehen. Zugegeben, das Bild ist nicht allzu hell, das ihr in dem Sucher entdecken werdet, aber es macht sicherlich Spaß, die Welt einmal auf dem Kopf und dann auch noch seitenverkehrt zu beobachten. Warum das so ist, wißt ihr ja mittlerweile.

## Stufe 2: das Bild wird heller

Die Camera obscura taugt natürlich noch nicht für eine brauchbare Fotografie, denn wir müssen viel zu lange belichten, bis die Landschaft abgebildet ist. Wir müssen also versuchen, ein helleres Bild auf die Mattscheibe zu zaubern. Wie machen wir das?

Nun, schaut euch vielleicht einmal die Kamera von eurem Vater an. Der Unterschied zur Camera obscura ist schnell entdeckt. Sie ist viel kleiner und hat zum Fotografieren kein kleines Loch mehr, sondern es sind gewölbte Glasscheiben, man sagt Linsen dazu, eingebaut. Diese



Aus einem alten Optiklehrbuch von Pater Johannes Zahn (1702).



Linsen machen das ganz raffiniert. Sie sammeln die Lichtstrahlen, die von vorne kommen, und bündeln sie so, daß ebenfalls eine Verkleinerung der Landschaft entsteht. Nur mit dem Vorteil, daß das Bild viel heller ist.

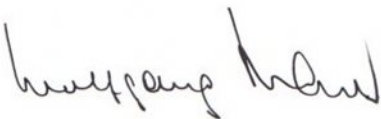
Es würde zu viel Zeit kosten, wenn ich euch genau erklären würde, wie das mit den Linsen und deren tollen Eigenschaften funktioniert. Vielleicht schaut ihr euch einmal in einem Physikbuch das Kapitel „Optik“ an.

Wir machen das fürs erste einmal viel besser, wir gehen in die Praxis und bauen uns einen Fotoapparat mit Linse, an dem wir viel erkennen können.

Besorgt euch zuerst eine ganz normale Lupe, ein Vergrößerungsglas. Ihr kennt diese Wunderapparate sicher; wenn man die Lupe z. B. über Buchstaben hält, so erscheinen sie vergrößert. Ja – und umgekehrt kann man dann damit auch verkleinern, das, was wir ja wollen.

Nehmt jetzt ein weißes Blatt zur Hand, geht ans Fenster und bewegt die Lupe so einige Zentimeter vor dem Blatt hin und her. Ihr werdet erkennen, daß sich auf dem Blatt ein gut zu sehendes umgekehrtes Landschaftsbild projiziert, das schärfer oder unschärfer wird, je nachdem, in welcher Entfernung man die Lupe vor dem Blatt hält. So, wenn ihr eine billige Lupe erwischt habt, so dürft ihr sie vielleicht behalten. Mit etwas Phantasie könnt ihr dann einen einfachen – diesmal dann lichtstarken – Fotoapparat bauen. Ich habe das einmal mit einem kleinen Karton gemacht, bei dem man Deckel und Boden gegeneinander verschieben konnte.

In den Deckel klebte ich die billige Lupe,



Wolfgang Back

auf der andren Seite im Boden befestigte ich die Mattscheibe aus Butterbrotpapier – und siehe da, durch Ineinanderschieben der beiden Kartonhälften konnte ich die Bilder scharfstellen. Was ich nie probiert habe und was vielleicht ein Anreiz für euch ist: versucht doch einmal, mit diesem Apparat ein Foto nach unserer einfachen Methode zu machen. Statt der Mattscheibe ein Fotopapier.

Die Kiste müßt ihr dann natürlich lange ruhig am Belichtungsort stehen lassen, damit etwas herauskommen kann. Vielleicht schreibt ihr mir einmal, was dabei herausgekommen ist, es würde mich sehr interessieren.

Leider sind wir schon am Ende unseres Erfindungsbuches angelangt. Bei weitem konnten wir nicht auf alle Erfindungen eingehen, die die Menschen im Laufe der Jahrtausende sich ausgedacht und verwirklicht haben. Auch der Buchdruck ist nämlich eine technische Erfindung mit allen Vor- und Nachteilen. Wird das Buch dicker – so wird es auch teurer. Deshalb mußten wir einen vernünftigen Kompromiß eingehen, und wir hoffen, daß es uns gelungen ist.

Besonders stolz wären wir allerdings, wenn wir ein Ziel erreicht hätten:

euch zum Nachdenken und zum Selbermachen anzuregen, um so vielleicht auch schwierige Vorgänge besser verstehen zu können.

Die Technik ist kein Buch mit 7 Siegeln, wie es von manchen Leuten behauptet wird. Wer sich für ein Thema interessiert und darüber nachdenkt, der wird auch bald einen Erfolg haben.

Und nun viel Spaß bei euren eigenen Erfindungen und Experimenten.



Erich H. Heimann



## INHALT

Aller Anfang ist schwer 7

BIS ZUM TELEFON WAR ES EIN WEITER WEG 9

Jetzt wird's elektrisch 13

Die Erfindung des Fernsprechers 16

Ein Telefon aus Kohlestäbchen 22

Der Empfänger 23

KILOMETERFRESSER 26

Vom Rad zum Fahrrad 26

Ein Tierarzt erfindet den Luftreifen 32

Im dritten Anlauf entstand das Auto 34

Mit Siebenmeilenstiefeln unterwegs 44

Wie es geht 46

FÜR DIE KÜCHE ERFUNDEN 49

Napoleon und die Margarine 49

Margarine selbstgemacht 54

Kalte Küche gestern und heute 55

Herr Linde und der Kühlschrank 57

Kurioses aus der Küche 60

Frau Saubermann im alten Rom 63

Schmierseife selbstgemacht 64

VON STUMMEN VERKÄUFERN UND ANDEREN AUTOMATEN 66

Warme Luft beseelte antike Automaten 67

Der Kilometerzähler ist ein alter Hut 71

WIE LANG IST EINE STUNDE 73

BITTE RECHT FREUNDLICH 78

Das Superrohr für kleine Kerle 79

Vom U-Boot abgeguckt 79

Licht und Schatten 82

So begann's 83

Die Camera obscura 85

Das kleine Loch macht's möglich 87

Fotoapparat selbstgebaut 89

Stufe 2: Das Bild wird heller 90



Die technische Welt, in der wir leben, fasziniert viele Kinder und Jugendliche. Die Welt der Maschinen, Automaten, Elektronen und Moleküle ist jedoch nicht nur eindrucksvoll, sondern stellt auch zahllose Fragen nach dem Warum und Wie. Es gibt viele Sachbücher, die diese Fragen im Wortsinn erschöpfend behandeln. Wolfgang Back und Erich H. Heimann haben nach neuen Wegen gesucht, die Technik und ihre Spielregeln verständlich zu machen.

Sie folgen mit ihren Lesern den Spuren der Macher und Erfinder, präsentieren die Technik und ihre Geschichte anhand interessanter Beispiele aus den Bereichen Nachrichtentechnik, Verkehrswesen, Automaten, Zeitmessung und des Haushaltes. Das Besondere neben präzisen Beschreibungen und Erklärungen im Plauderton sind mit einfachen Mitteln nachvollziehbare Rezepte für junge Techniker, die, auf den Spuren berühmter Erfinder wandelnd, die Technik und ihre Gesetzmäßigkeiten erleben und nachvollziehen. Was man selbst einmal gemacht hat, wird man nicht so schnell vergessen. Neben ausgefeilten und ausprobierten Vorschlägen für eigene Erfindungen geben die Autoren auch Denkanstöße für weiterführende Begegnungen mit der Technik.

ISBN 3 536 00452 0



Wolfgang Back ist Wissenschaftsredakteur beim Westdeutschen Rundfunk/Fernsehen in Köln.

Er ist einer der „Erfinder“ und Moderator der populären Fernsehreihe Hobbythek, die monatlich ausgestrahlt wird.

Neben weiteren Wissenschaftssendungen im I. und III. Programm zeigte er öfter Beiträge in der Kindersendung „Mischmasch“.

Back, der Elektrotechnik studierte, schreibt Fachbücher und arbeitet in Fachzeitschriften mit. Seine Devise, mit der er bisher großen Erfolg hatte: „Will man, daß Kinder und Erwachsene etwas begreifen, so muß man den Begriff wörtlich nehmen; ‚begriffen‘ hat man etwas sehr schnell, wenn man es selbst nachvollzogen hat.“

In diesem Buch holt er einige interessante und lehrreiche Bastelideen aus seiner Trickkiste.



Erich H. Heimann schwankte nach dem Abitur zwischen einem Ingenieur- und einem Sprachenstudium und entschied sich schließlich für ein Englisch- und Geschichts-Studium in Köln. Die Technik blieb sein Hobby nicht nur als aktiver Modellflieger, sondern auch während des Studiums, in dem er sich intensiv mit Technikgeschichte beschäftigte. Als Student schrieb Heimann seine ersten populärtechnischen Artikel für Zeitschriften und nach Mitarbeit an einem Jugendbuch über die Geschichte des Schiffbaues sein erstes eigenes Jugend-Sachbuch, das 1968 mit dem Deutschen Jugendbuchpreis ausgezeichnet wurde.

Inzwischen ist ein rundes Dutzend Sachbücher aus Heimanns Feder (oder besser gesagt Schreibmaschine) hinzugekommen. Die Hälfte richtet sich an jugendliche Leser, die andere Hälfte an Erwachsene. Der Themenbogen reicht von Luftfahrttechnik und Luftfahrtgeschichte über Automation bis zu Chemie und Kunststoffen.