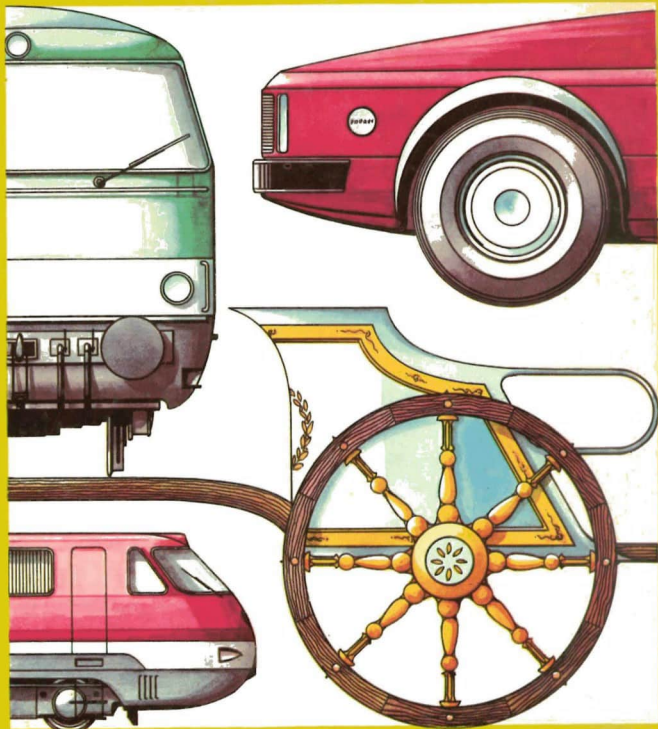


ANATOLI MARKUSCHA

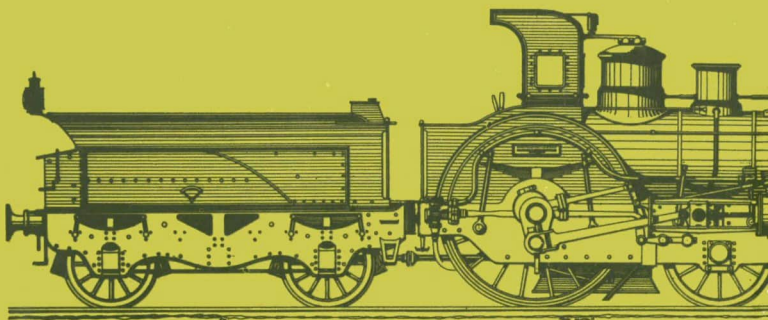


# WUNDER AUF RÄDERN

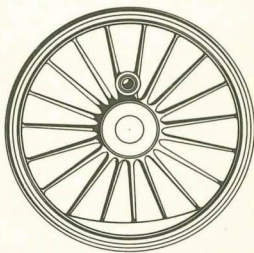
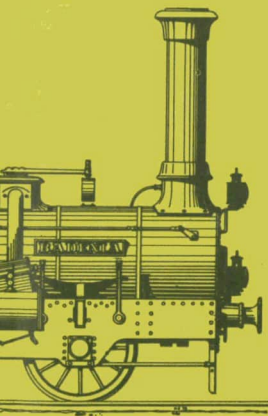
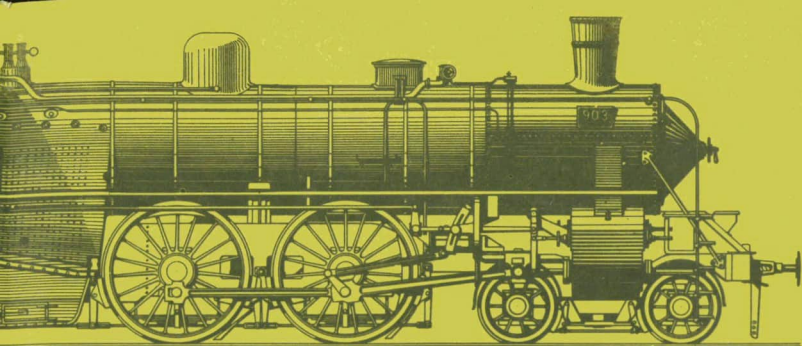




**Baujahr 1908**



**Baujahr 1868**









**WUNDER**

Anatoli Markuscha

# AUF Streifzüge durch die RÄDER Technik

Der Kinderbuchverlag  
Berlin





## Drei „Kerben“ im Gedächtnis

Die morgendliche Sonne schien durch das große, die ganze Wand einnehmende Fenster. Sie erhellte die Wände des geräumigen Zimmers, spiegelte sich in den Türen der Bücherschränke, brach sich in der verchromten Stütze eines Flugzeugmodells und entzündete sich in den Gläsern der achtlos auf den Tisch gelegten Brille zu einem ausgelassenen Regenbogen.

„Dich brauche ich gerade“, sagte der Leiter, als ich sein liches Zimmer betrat. „Komm her und sieh dir das an!“

Ich trat an seinen Tisch, nahm das mir entgegengereichte große Blatt Papier und las: „Streng geheim“. In der linken oberen Ecke befand sich ein Namensstempel, etwas weiter unten rechts hieß es: „Beschreibung“.

Mit unverhohlener Verwunderung sah ich meinen Leiter an, denn sowohl die Worte „Streng geheim“ als auch das Wort „Beschreibung“ waren in unsicherer, kindlicher Schrift hingekritzelt worden.

„Setz dich“, sagte der Leiter, „und lies es dir aufmerksam durch.“

Ich setzte mich und begann das Dokument zu studieren. Der unbekannte Erfinder schlug vor, einen Flugapparat ganz neuer Konstruktion zu bauen. Nach seinen Vorstellungen sollte der Apparat wie ein gewöhnliches Flugzeug starten, nach dem Erreichen einer Höhe von 20 bis 25 Kilometern die Tragflügel abwerfen und den weiteren Aufstieg nach den Gesetzen einer „reinen Rakete“ fortsetzen. Danach könnte der Apparat je nach Wunsch des Piloten ent-

weder auf eine Satellitenbahn um die Erde gebracht werden oder die Aufgaben eines Raumschiffs erfüllen und zu anderen Planeten fliegen ...

Für die Rückkehr der Maschine zur Erde waren drei Landungsvarianten vorgesehen: die erste mit Fallschirm, die zweite mit Hilfe eines Rotors, der durch die entgegenströmende Luft in Bewegung gesetzt wird, und als dritte die vertikale Landung im Gasstrahl von Bremstriebwerken ...

„Nun, wie gefällt dir die Idee?“ fragte mich der Leiter, nachdem ich die Beschreibung zur Seite gelegt hatte.

„Ist die Frage ernstgemeint?“

„Natürlich.“

„Eine Mischung aufrichtiger technischer Unwissenheit und schrankenloser Unverschämtheit.“

„Dein hartes Urteil ist unüberlegt. Beachte bitte folgende Momente: Die Idee, sich von den Tragflügeln in einer Höhe zu trennen, in der sie nicht mehr effektiv wirksam sein können, ist vernünftig; die Vorstellung, daß die Flugbahn je nach Wunsch des Piloten gewählt werden kann, ist vollkommen richtig; schließlich sind die vorgeschlagenen Landungsprinzipien keineswegs unsinnig. Ist es so? Stimmt du mir zu?“

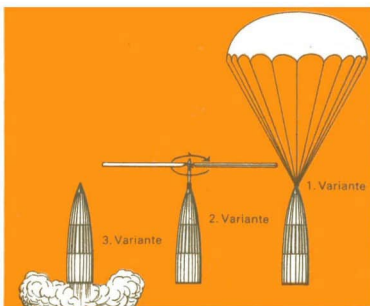
„Natürlich, aber ...“

„Gedulde dich noch eine Minute und beachte außerdem ein viertes, sehr wesentliches Moment: Der Verfasser des Vorschlags geht ins sechste Schuljahr.“

„Na sieh mal! Hat das sechste Schuljahr erreicht, bisher nichts Vernünftiges gelernt, mischt sich aber in die Konstruktion von interplanetaren Stationen ein. Das ist es ja gerade, was ich als bodenlose Unverschämtheit bezeichne.“

Der Leiter schaute finster drein. Sein gütiges Gesicht wurde streng und unangenehm fremd.

„Sehr schade“, sagte er, „ich hätte nicht



gedacht, daß du dich so ereifern würdest. Und ich wollte dich sogar darum bitten, darauf zu antworten und dem Jungen alles richtig zu erklären. Nun muß ich es wohl selbst machen, obgleich ich eigentlich keine Zeit habe.“

„Habe ich es etwa abgelehnt?! Bitte, ich antworte ...“

„Nein – nein, du kannst das nicht. Du bist verärgert.“

Und mein Leiter vertraute mir den Brief an den Jungen aus dem sechsten Schuljahr tatsächlich nicht an. Er antwortete ihm selbst, auf 14 mit Maschine geschriebenen Seiten! Bei mir aber blieb die erste „Kerbe“ im Gedächtnis zurück.

Seit diesem Tag war nur kurze Zeit vergangen, als mich eines Abends ein alter Freund, ein Kamerad aus der Schulzeit, besuchte. Er schien irgendwie bedrückt. Wir kamen ins Gespräch, und ich erfuhr folgendes: In die Klinik, in der mein Freund als Chirurg tätig ist, war ein schwerverwundeter dreizehnjähriger Junge eingeliefert worden.

„Stell dir vor, ein Raketenbauer! Hat irgend-ein dreistufiges Wunder der Technik aufgebaut, den Rumpf mit Fotofilmschnipseln, Schießpulver und Streichholzkuppen ge-

füllt und noch irgendwelchen Unrat hineingestopft. Dann wollte er das ganze starten. Aber das Wunder ist ihm in den Händen explodiert. Drei Finger mußten amputiert werden, die Nähte lassen sich gar nicht zählen.“

Mein Freund war sehr niedergeschlagen. „Schade um den Jungen. Und wer ist daran schuld? Erklär mir das doch einmal – wer ist daran schuld? Und wie kann man sie, diese Dummköpfe, in unserem kosmischen Zeitalter bändigen? Ausschimpfen, verprügeln, an die Leine binden? Man kann sie sowieso nicht halten. Aber man muß sie mit den technischen Dingen vertraut machen, ihnen erklären, wie was funktioniert. Ist es so?“

„Wahrscheinlich“, sagte ich und begann darüber nachzudenken.

Der eine Erfinder beginnt mit einem „streng geheimen“ Raumschiff, dem anderen explodiert sein Spielzeug zwischen den Händen. Irgend etwas ist hier tatsächlich nicht in Ordnung. Den Nachfolgern Gagarins scheint die Erde zu klein zu sein, sie fürchten, das Interessanteste zu verschlafen, und sind ehrlich der Meinung: Wir haben kein Glück gehabt, wir sind zu spät geboren, wir haben den entscheiden-



den Augenblick verpaßt. Und sie beeilen sich. Am einfachsten ist es, sich über sie zu empören oder zu schreien „Ich verbiete es!“ Ist denn aber *einfacher* und *besser* ein und dasselbe? Habe ich als Junge nicht auch versucht, die Zeit einzuholen, habe ich nicht Tschkalow, Kokkinaki und Gromow beneidet? Warum soll ich verheimlichen, daß ich von der Scheune gesprungen bin, mit einem alten Regenschirm meiner Großmutter anstelle eines Fallschirms! Ich bin gesprungen und habe mir dabei fast die Beine gebrochen.

So entstand die zweite „Kerbe“ in meinem Gedächtnis.

Wieder verging einige Zeit. An einem Sonntagmorgen saß ich im Garten in der Nähe unseres großen Hauses. Überall lärmende Kinder. Die Kleinen schaukelten oder glitten kreischend eine hölzerne Rutschbahn herunter. Die älteren Jungen spielten Tischtennis. Zwei Mädchen breiteten sich mit ihren Näharbeiten aus. Und in einer entfernten Ecke bemerkte ich einen Jungen, der mit verrosteten Eisenteilen hantierte. Die Eisenstücke waren offenbar schwer. Zunächst dachte ich, der Junge hätte Metallschrott ausgegraben, dann bemerkte ich jedoch, daß er sich mühte, Schrauben abzudrehen, sich irgend etwas ansah, es umdrehte. Das begann mich zu

interessieren. Ich verließ meine bequeme Bank, ging zu ihm hin und fragte ihn, womit er sich beschäftigte.

„Ich studiere“, antwortete der Junge nicht sonderlich freundlich. Dabei versuchte er, den Motor (die verrosteten Eisenteile erwiesen sich als Trümmer eines Automotors) auf die Seite zu kippen, und zwar mit einer Brechstange, die er unter die Reste des Motorblocks schob.

„Warum kippst du ihn mit der Brechstange?“ fragte ich.

„Mit der Brechstange ist es leichter.“

„Warum ist es leichter?“

Der Junge sah mich wie einen nicht ganz normalen Menschen an und antwortete überzeugt: „Weil sie aus Eisen ist!“

Ich stutzte. „Was ist aus Eisen?“

„Na die Brechstange!“

„Und wie hantiert es sich mit ihr?“

„Recht gut. Mit einer eisernen Brechstange geht es leichter, sie ist schwer.“

Und das war die dritte „Kerbe“ in meinem Gedächtnis.



## Eine wesentliche Abschweifung

Aus der Geschichte des vergangenen Krieges ist der folgende ungewöhnliche, beinahe ins Reich der Phantasie gehörende Fall bekannt. Einer unserer Sturzkampfbomber vom Typ Pe-2 wurde über der Frontlinie angeschossen. Die Maschine begann in der Luft auseinanderzubrechen. Der Kommandant befahl der Besatzung, mit dem Fallschirm abzuspringen, und stieg dann ebenfalls aus. Er landete wohlbehalten in der Nähe einer Artilleriestellung, war aber wegen seines Navigationsoffiziers sehr beunruhigt. Während er zur Erde niedergeschwebt war, hatte er ihn nämlich nirgendwo gesehen, obwohl er ihn hätte sehen müssen.

Es waren anderthalb Stunden in drückender und angespannter Stimmung vergangen, als der Navigator im Bunker schließlich erschien. Er lächelte und war – nach seinem Gesichtsausdruck zu urteilen – heil und unversehrt. Plötzlich bemerkte der Kommandant, wie der Navigator den sorgsam zusammengelegten Fallschirm auf die Pritsche warf, als sei nichts geschehen. Ich wiederhole: Der Fallschirm war zusammengelegt; die Verschlüsse des Fallschirmpakets waren ungeöffnet und plombiert! Das heißt, der Navigationsoffizier war aus einer Höhe von 7000 Metern *ohne* geöffneten Fallschirm zur Erde gelangt.

Später stellte sich heraus, daß der Navigator beim Absprung aus dem Flugzeug mit dem Kopf aufgeschlagen war, das Bewußtsein verloren hatte und die gesamten 7000 Meter gefallen war, ohne es wiederzuerlangen.

Der Offizier hatte ein märchenhaftes Glück: Er traf auf den Steilhang einer tiefverschneiten Schlucht, bohrte sich, einem Torpedo gleich, in das flockige Schneekissen, trieb mit seinem Körper einen etwa 200 Meter langen Tunnel in den Schnee, verlor allmählich an Geschwindigkeit und kam am Ufer eines stillen, mit durchsichtigem Eis bedeckten Baches zur Besinnung. Ich glaube, daß diese Geschichte eine bildhafte Erklärung für den Begriff „Zufall“ darstellt.

Ja, einen solch außergewöhnlichen Zufall hat es gegeben! Doch niemand wird die Kühnheit besitzen, auf der Grundlage dieses einmaligen, aber wahren Ereignisses zu behaupten, daß die Rettung aus einem in der Luft zerstörten Flugzeug auch ohne Fallschirm möglich ist.

An diese Geschichte erinnerte ich mich gerade zu der Zeit, als ich in Gedanken immer wieder zu den drei „Kerben“ zurückkehrte. Warum?

Wahrscheinlich deshalb, weil ich ehrlich darum bemüht war herauszufinden, was sich hinter diesen „Kerben“ verbarg – drei verschiedene Zufälle (vielleicht außergewöhnliche, sehr seltene, aber doch Zufälle) oder eine *Erscheinung*.

Um diese Frage beantworten zu können, waren in erster Linie Fakten notwendig. Nicht drei, nicht zehn, selbst nicht hundert, sondern sehr viele Fakten. Ich begann Erkundigungen einzuziehen und erfuhr: zwölfbis vierzehnjährige „Raumschiffkonstrukteure“ gibt es wie Sand am Meer. Zwar machen die meisten ihre Erfindungen nur in den eigenen Zeichenheften, aber es gibt auch solche, die ihre Entwürfe den Leitern technischer Zirkel und bekannten Ingenieuren zur Begutachtung vorlegen oder mit ihren Projekten Ministerien, die Akademie der Wissenschaften und die Redaktionen von Fachzeitschriften bestürmen.

Unfälle bei der Erprobung von Modellen sind nicht so häufig, leider gibt es sie aber. Der Patient meines Freundes, des Chirurgen, ist bei weitem nicht das einzige Opfer.

Weiter stellte ich fest, daß es viel mehr Jungen gab als ich dachte, die Hebel verwendeten und nicht erklären konnten, worin die Wirkung dieser sehr alten Vorrichtungen liegt. Und schließlich erfuhr ich, daß die Anzahl derer, die eine dreistufige Rakete mit automatischer Steuerung erfinden wollen, wesentlich größer ist als die Anzahl derjenigen, die ein gewöhnliches Fahrrad (ich bitte, sich zu merken: ein Fahrrad, denn diese Maschine wird nicht zufällig erwähnt) vervollkommen, einen leichten Segelschlitten konstruieren oder etwa eine Pumpe für die Bewässerung des Schulgartens bauen möchten. Und noch eins: Selbst die talentiertesten Vorschläge – auch solche gibt es, wenn auch selten – werden von den jungen Erfindern meist so nachlässig und unverständlich zu Papier gebracht, daß man die Skizzen bisweilen wie Bilderrätsel entziffern muß.

Die Schlußfolgerung bietet sich von selbst an: Einen Einzelfall kann man unbeachtet lassen, dafür ist es ein Einzelfall, aber eine Erscheinung darf nicht übergangen werden.

Ihr werdet vielleicht fragen: „Sind Sie denn der Meinung, daß Jungen, die noch nicht erwachsen genug sind, keine Rakete konstruieren dürfen? Und überhaupt, sollen lediglich die Erwachsenen Erfindungen machen?“

Ich antworte: Wagemut ist gut, Kühnheit der Gedanken ist schön, Phantasie ebenfalls. Aber jede Sache muß am Anfang begonnen werden, nicht in der Mitte und schon gar nicht am Ende.

Aus diesem Grunde habe ich mich dazu entschlossen, dieses Buch zu schreiben, ein

Buch für künftige Ingenieure, Mechaniker – mit einem Wort für all jene, die für lange Zeit feste Freundschaft schließen wollen mit den Maschinen, mit den Wunderwerken der Technik, die es schon gibt und die es ganz gewiß auf der Erde noch geben wird.

## Was ich einem alten Wörterbuch entnahm

In einer Moskauer Schule schrieben die Kinder einen Aufsatz zum Thema „Wie stellst du dir die Arbeit eines Ingenieurs vor?“

Es zeigte sich, daß die meisten Jungen und Mädchen den Inhalt des Films „Das Hyperboloid des Ingenieurs Garin“ nacherzählten. Die wenigen aber, die „von sich aus“ etwas zu sagen versuchten, stellten die Tätigkeit eines Ingenieurs als beständiges Eindringen in etwas Geheimnisvolles, Phantastisches, als Bändigung dunkler und sich vorläufig einer genauen Beschreibung entziehender Kräfte dar.

Die Kinder, die sich großartig in den Feinheiten des seltenen Berufs eines Testpiloten auskennen, die verhältnismäßig gut über Richtungen der modernen Naturwissenschaft Bescheid wissen, waren nicht in der Lage, etwas Vernünftiges über die Tätigkeit eines Konstruktionsingenieurs zu sagen. Ihre Vorstellungen über den Unterschied zwischen der Arbeit eines Architekten und der eines Bauingenieurs waren sehr verschwommen, und in keinem der 118 Aufsätze wurde die Bedeutung des Wortes „Ingenieur“ erklärt.

Ich gebe zu, das hat mich sehr gewundert und sogar ein wenig entmutigt. Dann entschloß ich mich, dieses Buch mit einer Definition, einer genauen Erklärung, dieses Wortes zu beginnen. Ich nahm das „Kurze polytechnische Wörterbuch“ zur Hand, denn hier würde ich mit Sicherheit eine erschöpfende Erklärung des Wortes „Ingenieur“ finden. Aber das Stichwort „In-

genieur“ war gar nicht enthalten. Offenbar hatten die Verfasser des Wörterbuchs die Meinung, daß es hier nichts zu erklären gibt, weil dieses Wort ohnehin jeder versteht. Auch im „Enzyklopädischen Wörterbuch“ fehlte das gesuchte Stichwort.

Erst in einem alten, vor etwa 70 Jahren herausgegebenen Buch las ich:

Ingenieur – technischer Spezialist für den Bau von Brücken, Straßen, Befestigungen, Schiffen, Maschinen und ähnlichem. Siehe Ingenieure. *Ingenieure*: 1) Militäringenieur – Offiziere technischer Truppenteile, die für den Bau aller militärischen Anlagen verantwortlich sind; 2) Bergbauingenieure – verantwortlich für die Projektierung von Bergwerken und den Abbau von Bodenschätzen; 3) Verkehrsingenieure – Spezialisten für den Bau von Straßen, Kanälen, Brücken, Gebäuden usw.; 4) Schiffbauingenieure – leiten den Bau von Schiffen; 5) Zivilingenieure, Architekten – Spezialisten für die Errichtung von Gebäuden; 6) Technologieingenieure – Bezeichnung für Personen, die ein Studium an einem technologischen Institut absolviert haben oder eine entsprechende Ausbildung nachweisen können; 7) Ingenieurmechaniker: a) Offiziere auf Kriegsschiffen für die Betreuung von Mechanismen sowie für die Leitung von Werkstätten in Admiralitäten; b) Spezialisten für den Bau von Fabriken und Betrieben mit vollständiger Ausrüstung bezüglich aller erforderlichen Mechanismen; 8) Vermessungsingenieure – Spezialisten für die Erdvermessung und die Zusammenstellung entsprechender kartographischer Blätter.

Natürlich ist in dieser umfangreichen Erläuterung vieles veraltet, und vieles reicht heute nicht mehr aus. Der Grundgedanke ist aber richtig: Das Ingenieurwesen ist das breiteste Feld menschlicher Tätigkeit. Ingenieure bewegen das Leben überall dort,

wo der Mensch die Kräfte von Mechanismen und Motoren einsetzen muß, überall dort, wo genaue Berechnungen erforderlich sind, wo die Erkenntnisse der Physik, Mathematik, Chemie, ja eigentlich aller exakten Wissenschaften wie in einem Brennpunkt zusammenfließen.

Und natürlich gibt es unterschiedliche Ingenieure nicht nur aus beruflicher, sondern auch aus rein menschlicher Sicht. Man findet geniale, talentierte, begabte Ingenieure, es gibt einfach gute Ingenieure, gewöhnliche Ingenieure und bedauerlicherweise auch erfolglose Ingenieure. Sie alle durchlaufen jedoch einen vorgezeichneten Weg: vom Einfachen zum Komplizierten, vom Alphabet zu den Höhen ihrer Meisterschaft.

Sergej Pawlowitsch Koroljow baute zunächst Segelflugzeuge (nebenbei gesagt, er ist selbst mit ihnen geflogen), danach konstruierte er Flugzeuge, und erst später beschritt er den dornenvollen Weg eines Ingenieurs für Raumschiffe.

Andrej Nikolajewitsch Tupolew konstruierte und baute zunächst Segelflugzeuge, flog selbst, baute dann Propellerschlitzen und konstruierte anfangs leichte, später mittlere, schwere und sehr schwere Luftfahrzeuge. Er entwarf mehr als 100 Flugzeuge, und erst am Ende seines langen und schweren Lebens entstand unter seiner Leitung das erste Überschall-Verkehrsflugzeug der Welt, die Tu 144.

Der Ingenieur Alexandre Gustave Eiffel ist der ganzen Welt als Erbauer des nach ihm benannten Eiffelturms, des Wahrzeichens von Paris, bekannt. Aber vor diesem berühmten Bauwerk wurden von ihm unter anderem eine Brücke in Bordeaux, der Viadukt in Garabit, der Bahnhof in Budapest und viele, viele andere Bauten errichtet — Stufen, die ihn zu seiner Gipfelleistung führten.

Ich möchte die Aufmerksamkeit aller künftigen Schöpfer interplanetarer Raumschiffe ausdrücklich auf die große Zahl der noch nicht gelösten Probleme auf der Erde lenken. Denkt nach, probiert, erfindet, versucht eure Vorgänger einzuholen, und wenn ihr unbedingt Raumfahrt-Ingenieure werden wollt, so seht eure heutige Arbeit als Training für künftige Tage an; auch der begabteste Langstreckenläufer hat nicht sofort mit der Marathondistanz begonnen.

Für eure Erfindertätigkeit und eure Phantasie gibt es überall genügend Aufgaben. Ihr braucht euch nur aufmerksam umzusehen.

Jeden Tag seht ihr die zerkratzte Wandtafel in eurem Unterrichtszimmer. Solche Tafeln gab es schon vor tausend Jahren oder noch früher. Sind aber die mit mehligem Staub verschmierte Tafel und die alles beschmutzende Kreide moderne Mittel der Informationsübertragung? Sollte es nicht möglich sein, diese Tafel zu vervollkommen — ihr Fassungsvermögen zu vergrößern, ihre „Lesbarkeit“ zu verbessern, ihr ein „Gedächtnis“ zu geben?

Wir leben in der Zeit der interplanetaren Raumflugkörper, der elektronischen Maschinen, aber neben diesen genialen Schöpfungen unseres Jahrhunderts gibt es noch immer Schaufel und Schubkarre. Natürlich sind in den letzten dreißig Jahren Aufzüge, Transportbänder und automatische Ladevorrichtungen der verschiedensten Art erfunden und in die Praxis überführt worden. Diese Einrichtungen werden auf Flugplätzen, in Häfen, in Eisenbahnknotenpunkten und auf Baustellen eingesetzt. Von einer vollständigen Lösung des Be- und Entladeproblems sind wir aber noch weit entfernt.

Mit jedem Tag wächst die Anzahl der Bücher in den Regalen der Bibliotheken. Seit dem Beginn des Buchdrucks sind in

der Welt mehr als 30 000 000 Titel herausgegeben worden! In den Bibliotheken der Erde stehen etwa 800 000 000 Bände, und der Zuwachs an Neuerscheinungen verringert sich nicht. Jährlich erscheinen rund 30 000 Titel allein an wissenschaftlich-technischer Literatur, hinzu kommen 200 000 neue Patente und Referate sowie mehr als 3 000 000 Zeitschriftenartikel. Die gewöhnlichen Bücher sind groß; man stellt deshalb bereits seit längerer Zeit von umfangreichen Büchern Mikrofilme her. Die Filme lassen sich raumsparend und bequem aufbewahren, leichter mit der Post verschicken und gut katalogisieren. Auf diesem Gebiet ist jedoch bisher noch zu wenig getan worden. Eine Mikrobibliothek mit vollständiger Ausrüstung für das Lesen der Filme ist eine wichtige Forderung an die Erfinder.

Wenden wir uns einem anderen Gebiet zu. Ungeachtet aller Erfolge der Chemie und der Metallurgie umgibt uns überall Holz, von der Wiege bis ins Grab. Mit welcher Methode sich der Mensch das Holz aber auch zurechtschneiden mag, stets erzeugen die stählernen Zähne der Sägen Ströme von Sägemehl. Dadurch entstehen uns große, kaum berechenbare Verluste. Die Wälder wachsen jedoch langsam, und das Ausgleichen der Einschläge wird mit jedem Jahrzehnt schwieriger.

Wenn es gelänge, eine neue Methode zu finden, mit der Holz spanlos geschnitten werden könnte, etwa so, wie man Käse, Butter oder Wurst ohne Abfälle zerteilt, könnten wir uns vor beträchtlichen Verlusten bewahren.

Jeder aufmerksam beobachtende Mensch vermag die Liste solcher Beispiele fortzusetzen. Und ich empfehle euch dringend: Setzt sie fort!

Vielleicht möchtet ihr mir entgegenhalten: „Wozu soll ich mich mit der Vervollkommnung der Schultafel, mit der Einrichtung

einer Mikrobibliothek oder dem Zuschneiden von Holz abplagen! Das ist doch alles nicht so kompliziert.“

Damit bin ich nicht einverstanden. „Einfach“ und „kompliziert“ sind allzu dehnbare Begriffe. Zum Beweis möchte ich euch mit einigen interessanten Seiten aus der Geschichte der Technik bekannt machen.

# Aus der Biographie einer sehr nützlichen Maschine

Wenn vor 50 Jahren ein Junge zu seinem Freund gesagt hätte: „Die ‚Peugeot‘ ist eine fabelhafte Maschine“, so wäre dem Freund völlig klar gewesen, welche Maschine gemeint war. Jeder wußte: „Peugeot“ ist ein französisches Fahrrad. Heute wird das Fahrrad selten als Maschine bezeichnet, meist spricht man verächtlich und gering-schätzig von einem Vehikel.

Eine Maschine ist für die heutige Jugend ein strahlgetriebenes Flugzeug (in erster Linie ein Überschallflugzeug) oder ein Motorrad. Das Fahrrad aber – nein, was ist das schon für eine Maschine?

Dennoch: Diese auf den ersten Blick einfach erscheinende Maschine war und bleibt eine der erstaunlichsten Ergebnisse menschlichen Erfindergeistes. Urteilt selbst!

Als offizielles Geburtsdatum dieses Zweirades wird gewöhnlich das Jahr 1817 angegeben und mit dem Namen des Freiherrn von Drais in Verbindung gebracht. Es wird berichtet, daß Freiherr von Drais zwei Wagenräder durch einen Holzrahmen miteinander verband, dieses seltsame „Pferd“ sattelte und – auf ihm sitzend – über Feld- und Waldwege „galoppierte“, indem er sich mit den Füßen vom Boden abstieß.

Hier ist eine Richtigstellung erforderlich, denn wir wissen heute mit Sicherheit, daß schon lange vor Drais Versuche unternommen worden sind, einen „selbstlaufenden“ Wagen zu konstruieren. Beispielsweise hat Jefim Artamonow bereits im Jahre 1801 ein Zweirad gebaut. Die Konstrukteure solcher Fortbewegungsmittel verfolgte eine sich

ihnen immer wieder aufdrängende Idee: Die Maschine (sie hatte noch keinen Namen) möge sich bewegen, ohne Pferde, ohne irgendeine andere äußere, viel Raum einnehmende Kraftquelle. Es gab beharrliche Erfinder, sie hatten einzelne Erfolge, erlitten aber gewiß viel mehr Enttäuschungen. Die Idee erlosch jedoch nicht, sie ergriff Menschen in vielen Ländern und hielt sich mit einer das Begriffsvermögen übersteigenden Hartnäckigkeit.

Schließlich fand Freiherr von Drais – wie bereits berichtet – die geeignete Lösung: zwei hintereinander angeordnete Räder und einen sie verbindenden Rahmen. Etwas Einfacheres kann man sich nicht ausdenken. Er begann mit seiner zweirädrigen Maschine zu fahren – und mit ihm Hunderte seiner Nachahmer. Recht schnell wurde festgestellt:

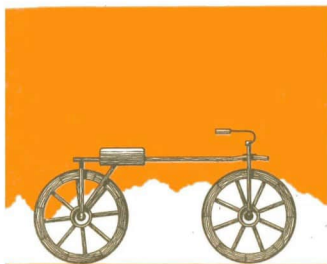
1. Am besten läßt es sich mit dem zweirädrigen Gefährt bergab fahren. Man kann dabei die Füße anheben und braucht sich lange nicht von der Erde abzustoßen.
2. Man kann, obwohl das recht schwer ist, auf einer ebenen Wegstrecke das Zweirad so stark beschleunigen, daß es sich für eine Weile selbst weiterbewegt.
3. Wer sich mit dem Zweirad fortbewegt, braucht sehr kräftige Beine und Ausdauer – und wird tüchtig durchgeschüttelt.

Freiherr von Drais wandte sich bald einer anderen Idee zu und erfand ein Schienenfahrzeug, das durch die Muskelkraft des Menschen in Bewegung gesetzt werden kann. Es wurde nach ihm Draisine genannt. Mit ihr hat er seinen Namen in der Geschichte der Technik verewigt.

Das Fahrrad aber begann das Interesse anderer zu erregen.

Im Jahre 1840 (23 Jahre später!) wurden am Vorderrad des Fahrrads Pedale angebracht, ähnlich denen, wie man sie heute an Drei-

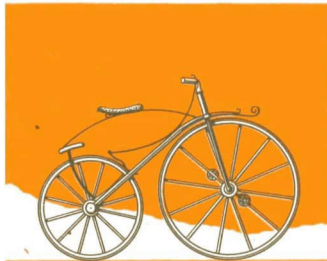




Fahrrad des Freiherrn v. Drais



Fahrrad Artamonows



Fahrrad Michauds



Hochrad

rädern für kleine Kinder findet. Das war ein gewaltiger Schritt vorwärts. Mit dem Pedalfahrrad konnte man sich bewegen, ohne mit den Füßen die Erde zu berühren, man erzielte mit ihm größere Geschwindigkeiten und brauchte nicht mehr soviel Kraft aufzuwenden.

Im Jahre 1845 rüstete der Franzose Michaud die Maschine mit einer Bremse aus, und 20 Jahre später, 1865, erhielt sie erstmals gegossene Gummireifen. Mit diesen „Gummischuhen“ wollte man einen leichteren Gang der Maschine bewirken. Das Ziel wurde aber offenbar nicht in jeder

Hinsicht erreicht, denn die Amerikaner, die begeisterte Radsportler waren, bezeichneten die Maschine beharrlich weiter als Knochen-schüttler und nicht als Fahrrad.

Die Forschungen der nächsten fünf Jahre waren darauf gerichtet, das Gewicht der Konstruktion zu verringern. In dieser Etappe vollzog sich eine kleine „technische Revolution“: Zum ersten Mal wurden die schweren Wagenräder durch leichte Metallfelgen ersetzt und mittels sehr dünner Speichen mit der Radnabe verbunden.

Das war eine außerordentliche Errungenschaft, die ganz neue Möglichkeiten eröff-

nete. Insbesondere konnte man ohne Schwierigkeiten den Durchmesser des Vorderrades vergrößern. Wozu? Bei einer Umdrehung der Pedale an einem großen Rad kann man weiter fahren als bei einem Umlauf der Pedale an einem kleinen Rad.

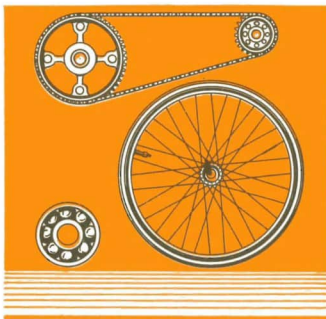
So begann das Fahrrad zu „wachsen“; sein Vorderrad wurde größer und größer und die Fortbewegung auf einer solchen Maschine immer komplizierter, ja sogar riskant. Aber wer schnell vorankommen wollte, mußte dieses Risiko eingehen.

Den Radfahrern der damaligen Zeit blieb noch ein Feind: die Reibung. Die riesigen Maschinen – sie waren etwa anderthalbmal so groß wie ein Mensch – quietschten, knarnten und polterten lauter auf den Straßen als gewöhnliche, ungeschmierte Wagen. Und dann ...

An dieser Stelle lohnt es sich, einen kleinen Abstecher in ein ganz anderes Gebiet der Technik zu unternehmen: Als in Sankt Petersburg, dem heutigen Leningrad, der berühmte „Eiserne Reiter“ aufgestellt werden sollte, mußten die Erbauer den tausend Tonnen schweren riesigen Sockel 6 Kilometer weit – von der Schiffsanlegestelle bis zu dem vorgesehenen Platz für das Denkmal – mit der Hand transportieren. Sie rollten den granitenen Monolithen auf Kanonenkugeln, die sie in spezielle hölzerne, innen mit Kupferfolie ausgeschlagene Rinnen gelegt hatten. Das waren die ersten Kugellager in der Geschichte der Technik. Sie wurden verwendet und wieder vergessen.

Erst im Jahre 1869 fand dieses Prinzip bei der Vervollkommnung des Fahrrades erneut Anwendung. Sehr kleine, in die Radbuchsen eingelegte Stahlkugeln bewirkten ein Wunder: Die Räder drehten sich leicht und lautlos.

Als im Jahre 1884 der Antrieb des Hinterrades mit einer Kette erfunden worden war,



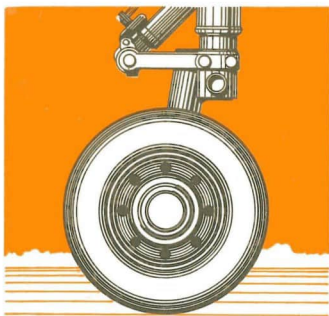
konnte man fortan auf die großen Vorderräder verzichten und das Fahrrad kleiner bauen. Durch ein großes Zahnrad an den Pedalen und ein kleines am Hinterrad erreichte man mit einer Umdrehung des Pedalrades mehrere Umdrehungen des Antriebsrades. Das Benutzen der Maschine war ungefährlich geworden.

Nach weiteren sechs Jahren stellte der schottische Tierarzt Dunlop das Fahrrad auf aufgepumpte Reifen. Von Stund an war der beleidigende Spitzname „Knochen-schüttler“ vergessen.

Am Ende des 19. Jahrhunderts begann sich das Fahrrad die Welt zu erobern. Kurz vorher noch ein merkwürdiges Spielzeug, eine Freude für Sonderlinge, verwandelte es sich in ein billiges und bequemes individuelles Transportmittel für jedermann.

Es ist bemerkenswert, daß von den 30 000 Patenten, die im Jahre 1896 in Großbritannien angemeldet wurden, allein 5 000 in der einen oder anderen Weise die Konstruktion des Fahrrads betrafen. Als es schließlich im Jahre 1897 den Freilauf erhielt, war das noch keineswegs der Schlußpunkt seiner Entwicklung.

Wahrscheinlich hat keine Erfindung die Technik so entscheidend beeinflußt wie die



des einfachen Fahrrades. Die Räder der ersten Flugzeuge sowie die Bremsen der Kraftfahrzeuge und Flugzeuge hatten die entsprechenden Bauteile des Fahrrades zum Vorbild. Die sehr zuverlässigen und heute vielseitig eingesetzten Spiralfedern dienten zuerst hauptsächlich als Federung des Fahrradsattels. Der leichte und außerordentlich stabile, aus Rohren geschweißte Fahrradrahmen war Vorbild bei der Konstruktion geschweißter Flugzeugrümpfe. Und das Motorrad? Es ist ebenso wie der Motorroller ein Nachkomme des Fahrrads.

Das Fahrrad hat sich somit als eine in seiner Konstruktion zwar einfache, aber sehr zuverlässige und in allen Einzelheiten wohl durchdachte Maschine erwiesen. Es verdient die Bezeichnung Vehikel nicht. Es ist ein Wunder auf Rädern, das in sich die Arbeit, die Ungeduld, die Forschungen und Erfindungen vieler auch namenloser Schöpfer der Technik vereint.

Und noch etwas: Erinnert euch der Geschichte des Fahrrads, bevor ihr irgendeine Idee wegen ihrer scheinbar offenkundigen Einfachheit kategorisch ablehnt. Denkt darüber nach, ob das, was auf den ersten Blick als unbedeutende Kleinigkeit erscheint, wirklich so einfach und belanglos ist.

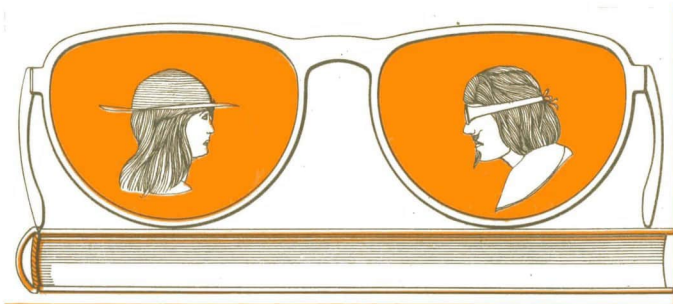
## Für alle, die ich bisher nicht überzeugen konnte

Im vorangegangenen Kapitel habe ich versucht, die künftigen Schöpfer bislang noch nicht erfundener Maschinen davon zu überzeugen, daß eine der wichtigsten Eigenschaften eines Ingenieurs, Konstrukteurs, Erfinders, eines jeden auf technischem Gebiet tätigen Menschen die Fähigkeit ist, in einfachen Aufgaben den Ernst der Arbeit zu erkennen, geduldig an der Vervollkommenung des bereits Erreichten zu arbeiten und den Übergang zur Lösung immer komplizierterer Probleme zu finden. Wahrscheinlich habe ich bei manchen Verständnis gefunden, es ist jedoch sehr wahrscheinlich, daß andere mir entgegenhalten: Für die damalige Zeit war die Erfindung und Vervollkommenung des Fahrrades ein sehr schwieriges Problem, doch ist damit noch nichts bewiesen.

Diese Zweifler möchte ich fragen, wie kompliziert nach ihrer Meinung die Konstruktion der gewöhnlichen Brille war, die heute Millionen Menschen tragen. Ich präzisiere: Optische, das Sehen korrigierende Linsen gab es bereits; meine Frage gilt lediglich dem Brillengestell.

Ich bin mir fast sicher, daß die meisten denken: Was gibt es denn Einfacheres — zwei aus Draht hergestellte kreisförmige Einfassungen für die Gläser, ein leicht gebogener Verbindungsriegel und zwei Bügel für die Ohren. Das ist alles und läßt sich an einem Tag erledigen.

In Wirklichkeit war das bei weitem nicht so einfach. Anfangs wurden die Augengläser am Hutrand befestigt. Könnt ihr euch



vorstellen, was das zur Folge hatte? Wer einen Brief lesen oder einen kleineren Gegenstand betrachten wollte, mußte sich den Hut aufsetzen!

Kurzsichtige wie Weitsichtige waren mit dieser Lösung nicht zufrieden.

Dann wurden die Linsen in einen Gürtel mit zwei Löchern eingenäht. Dabei entstand so etwas ähnliches wie eine Halbmaske. Gut? Natürlich besser als die Befestigung der Gläser am Hut, aber trotzdem unbequem. Jedesmal, wenn man die Brille aufsetzen wollte, mußte man die Bänder am Hinterkopf verknoten, und das Absetzen war nicht weniger umständlich.

Schließlich kam ein Mensch auf die Idee, die Linsen durch einen Metallrahmen zu befestigen. Er lötete zwei kreisförmige Einfassungen aus Draht und verband sie mit einem gebogenen Riegel für die Nasenwurzel. Diese Konstruktion kam unserer Brille schon sehr nahe, allerdings mußte sie mit nahezu artistischer Geschicklichkeit auf der Nase balanciert werden.

Es verging noch viel Zeit, bevor man die Möglichkeit erkannte, die Brille an den Ohren zu befestigen. Rund 300 Jahre brauchten die Menschen, um eine scheinbar einfache Aufgabe zu lösen!

Man darf nicht denken, daß die Mechaniker, Erfinder, Techniker und Ingenieure der Vergangenheit ungeschickt und beschränkt waren. In der Ingenieurkunst des Altertums findet man erstaunliche Beispiele technischen Scharfsinns und hervorragenden Erfindungsgeistes.

Alles, was bereits entdeckt und geschaffen wurde, erscheint *einfach*; alles, was noch nicht gelöst wurde, erweist sich als *kompliziert*.

## Zum Überlegen und Lösen

1. Wir alle kennen noch die Petroleumlampe: ein Gefäß mit Petroleum, in das ein Docht hineinhängt; dazu eine Vorrichtung, mit deren Hilfe die Flamme kleiner oder größer gestellt werden kann; eine verzierte Halterung, die den Lampenzylinder festhält ...

Frage: Wozu diente der Zylinder? Wer hat ihn erstmals vorgeschlagen?

Übereile dich nicht mit der Antwort, sondern überlege erst einmal. Wenn du vielleicht sagen willst, der Zylinder schütze die Flamme vor dem Wind, damit sie nicht ausgeblasen werde, so ist diese Antwort falsch.

2. Du hast fünf Dreien zur Verfügung und kannst sie nach Belieben miteinander verknüpfen: durch Multiplikation, Addition und so weiter. Folgende Aufgabe ist zu lösen: Wie läßt sich mit Hilfe dieser fünf Dreien die Zahl 31 darstellen?

3. Jeder weiß, wie die Gabel eines gewöhnlichen Eßbestecks aussieht. Bestimme ohne Zuhilfenahme komplizierter Meßgeräte das Volumen der Gabel!

4. In der Ingenieurpraxis steht man mitunter vor der Aufgabe, den Flächeninhalt unregelmäßiger Figuren zu bestimmen. Meistens braucht das Ergebnis nicht sehr genau zu sein, in der Regel wird es aber möglichst schnell verlangt.

Versuche einmal, den Flächeninhalt eines Ahornblatts zu bestimmen! (Hast du kein Blatt zur Verfügung, so schneide dir ein Stück Papier zurecht, dessen Form einem Ahornblatt ähnlich ist.)



5. An einer Mauer ist ein Punkt A markiert. Ziehe durch diesen Punkt eine genau waagerechte Linie! Beachte dabei, daß sowohl der Boden am Fuß der Mauer als auch die Mauerkrone nicht eben sind.

6. Wie kann man einen Nagel oder ein Stück Draht erwärmen, ohne dabei Feuer, elektrische Geräte (beispielsweise einen Lötkolben) oder heiße Körper (beispielsweise heißes Wasser) zu verwenden?

7. In der folgenden Tabelle stehen zwischen den Zahlen anstelle mathematischer Zeichen viele Fragezeichen. Füge anstelle der Fragezeichen solche Zeichen zwischen die Zahlen, daß das Ergebnis jeder Zeile gleich 12 ist! Je schneller du diese Aufgabe löst, desto besser.

$2 \ ? \ 6 \ ? \ 3 \ ? \ 4 \ ? \ 5 \ ? \ 8 \ = \ 12$   
 $9 \ ? \ 8 \ ? \ 1 \ ? \ 3 \ ? \ 5 \ ? \ 2 \ = \ 12$   
 $8 \ ? \ 6 \ ? \ 1 \ ? \ 7 \ ? \ 9 \ ? \ 5 \ = \ 12$   
 $3 \ ? \ 2 \ ? \ 1 \ ? \ 4 \ ? \ 5 \ ? \ 3 \ = \ 12$   
 $7 \ ? \ 9 \ ? \ 8 \ ? \ 4 \ ? \ 3 \ ? \ 5 \ = \ 12$

8. Stell ein Sperrholzbrettchen von 8,5 cm Länge her! Teile diese Strecke in 13 gleich lange Abschnitte, um danach in gleichem Abstand voneinander zwölf Löcher für das Durchführen von Drähten zu bohren.



Wie kann diese Arbeit schnell, einfach und genau ausgeführt werden?

9. Füge die fehlenden Zahlen so ein, daß die Ergebnisse in den Zeilen (horizontal) und in den Spalten (vertikal) der Tabelle richtig sind!

$$7 + ? - ? = 5$$

$$+ \quad - \quad + \quad +$$

$$? - 2 + ? = ?$$

$$- \quad + \quad - \quad -$$

$$? + ? - 6 = 6$$

$$= \quad = \quad = \quad =$$

$$5 + 5 - ? = 7$$

10. Die folgenden Zahlenreihen sind das Bruchstück einer Tabelle. Was war das für eine Tabelle?

Für die Beantwortung dieser Frage werden dir nicht mehr als drei Sekunden Zeit gegeben!

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	4	6	8	10	12	14	16	18		
3	6	9	12	15	18	21	24			
4	8	12	16	20	24	28				
5	10	15	20							
6	12	18	24	30	36					
7	14	21	28							
8	16	24								
9	18									
10	20									
11	22	33	44	55						
12	24	36	48							

11. Lege unter Einhaltung der folgenden Bedingungen drei Geraden durch die vier Eckpunkte eines Quadrats!

1. der Bleistift darf nicht vom Papier abgehoben werden.
2. der Bleistift soll nach Beendigung der Operation zum Ausgangspunkt zurückgekehrt sein.

Übereile dich nicht, denke erst einmal nach! Die Aufgabe ist nicht so einfach, wie sie auf den ersten Blick erscheinen mag.

12. Du hast acht äußerlich völlig gleich aussehende Kugeln zur Verfügung, von denen aber bekannt ist, daß eine etwas leichter ist als die anderen. Wie mußt du verfahren, um mit höchstens drei Wägungen die leichtere Kugel herauszufinden?

13. Betrachte etwa eine Minute lang aufmerksam die in der Tabelle dargestellten Zahlen!

$$4 \quad 9 \quad 2$$

$$3 \quad 5 \quad 7$$

$$8 \quad 1 \quad 6$$

Und nun die Frage: Welche Besonderheit hast du an der Tabelle festgestellt?

14. Was meinst du: Kann eine gewöhnliche Nähnadel auf dem Wasser schwimmen?

15. Wenn man sich in einem offenen Gewässer wäscht und Seifenschaum auf die Wasseroberfläche kommt, so laufen sofort nach allen Seiten kleine Bläschen. Versuche zu erklären, welche Ursache das hat!

## Kleine Ratschläge

Einmal fragte ich einen Jungen, meinen Freund: „Wowa, wie zählst du?“

Er wunderte sich über meine Frage: „Was heißt, wie zählst du? Sehr einfach: eins, zwei, drei, vier, fünf und so weiter.“

„Das ist klar. Wenn deine Mutter aber sagt: ‚Bring bitte die Wäsche in die Wäscherei, zähl aber vorher nach, was sich alles angesammelt hat!‘ Wie zählst du dann?“

Und hier zeigte sich, daß Wowa die Wäsche zunächst sortiert: Laken zu Laken, Handtücher zu Handtüchern und so weiter. Dann erst beginnt er zu zählen: eins, zwei, drei, vier...

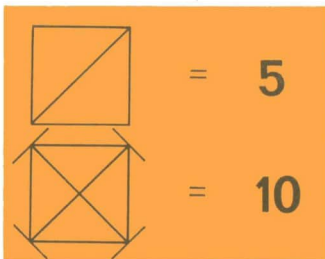
Ich sagte: „Du zählst nicht richtig. Bei diesem Verfahren mußt du die ganze Wäsche zweimal umlegen.“

„Wie würdest du es machen?“

„Ich fertige mir vorher eine Karte, in die ich alle ‚Zählobjekte‘ eintrage. Dann nehme ich das Wäschestück, das mir gerade in die Hände kommt, und mache in die entsprechende Spalte einen Strich; jeder fünfte Strich wird über die vier vorangegangenen Striche gezogen; das erleichtert am Ende das Zusammenzählen. Die ganze Arbeit läßt sich auf diese Weise rascher erledigen. Es ist eine bequeme Methode, wenn man gleichzeitig sortieren und zählen soll.“

Übrigens ist es häufig bequemer, anstelle der Striche vereinbarte Zählzeichen zu verwenden, zum Beispiel spezielle Zeichen für die Fünf oder die Zehn.

Bettbezüge		4
Kissenbezüge	###	8
Laken		4
Handtücher	### ###	10
Frottiertücher	### ### ###	16
Geschirrtücher	###	9



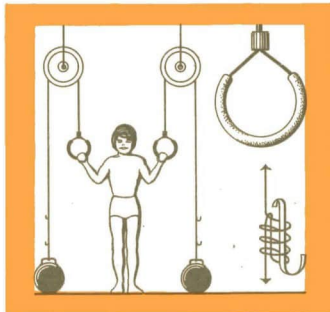
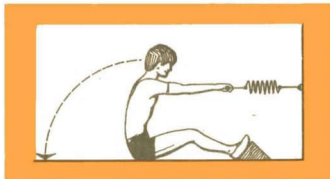
Sascha, ein anderer meiner Freunde, zeigte mir seine zwar nicht besonders komplizierten, aber sehr sorgfältig angefertigten Trainingsgeräte. Aus Seilen und Rollen hatte er ein ausgezeichnetes Gerät für die Stärkung der Armmuskulatur gebaut. Eine einfachere Anordnung war kaum denkbar, jedoch hatte Sascha viele Anwendungsvarianten vorgesehen.

Für die Aufhängung der Last waren Haken in unterschiedlicher Höhe angebracht. Dadurch konnte er nicht nur die Größe der Belastung, sondern auch den „Arbeitsweg“ des Trainingsgerätes verändern. Der Handgriff bestand aus einem gebogenen Rohr, an dem er sich die Handflächen nicht aufreiben konnte. Alle Schlingen und Schlaufen waren sehr sauber

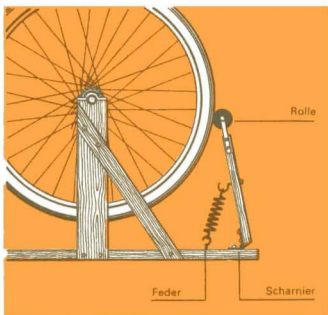


ausgeführt, ohne einen einzigen Knoten.

Seht euch die Abbildungen an; vielleicht verspürt ihr Lust dazu, selbst ein Trainingsgerät zu bauen! Es muß ja nicht das gleiche sein. Wie wäre es mit einem „Winterfahrrad“, auf dem ihr während der kalten Jahreszeit im Zimmer trainieren könnt, um in sportlicher Form zu bleiben? Das wichtigste beim Bau dieses Sportgeräts ist die Wahl einer geeigneten Feder für die Lastrolle; sie darf nicht zu stark und nicht zu schwach sein. Statt der Feder könnt ihr auch ein Gummiseil anbringen, wie sie Flugmodellbauer verwenden.



Jeder, der auf technischem Gebiet arbeitet, hat ständig mit Zahlen zu tun. Dabei muß er sorgsam darauf achten,

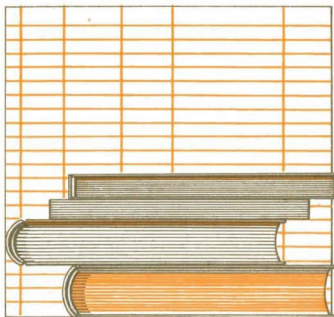


welche Größen, welchen Wert die einzelnen Zahlen haben. Wird beispielsweise von einer Geschwindigkeit gesprochen, so ist es wichtig, zu wissen, in welchen Einheiten sie angegeben ist: in Metern je Sekunde, in Kilometern je Stunde oder etwa in Meilen je Stunde. Die Geschwindigkeiten 3,5 m/s und 6 km/h darf man nicht ohne weiteres addieren. Zuerst muß man die Geschwindigkeiten auf einheitliche Einheiten bringen, entweder auf m/s oder auf km/h. In unterschiedlichen Einheiten ausgedrückte Geschwindigkeiten lassen sich nicht ohne weiteres miteinander vergleichen. Hat man beispielsweise die Angaben 300 m/s und 500 km/h, so läßt sich nicht sofort sagen, welche der Geschwindigkeiten größer ist. Natürlich ist das alles nicht neu. Ich möchte den künftigen Ingenieuren, Technikern und Facharbeitern nur raten, stets auf die Einheit hinter einem Zahlenwert zu achten. Sie muß immer mit aufgeschrieben werden. Ein Kreis, dessen Durchmesser mit 5 angegeben ist, kann die Größe eines mittleren Nagelkopfes haben, wenn es sich um Millimeter handelt, er kann aber auch dem Durchmesser eines recht großen Wasserleitungsrohres

entsprechen, wenn Zentimeter gemeint sind.

Bedarf es noch des Beweises, daß der Mensch – will er mit seiner Zeit Schritt halten – unbedingt viel und regelmäßig lesen oder, wie man sich mitunter ausdrückt, mit dem Buch arbeiten muß?

Es lohnt sich sehr, eine Kartei der gelesenen Bücher zu führen. Dabei hält man sich am besten an das folgende Schema: Name des Verfassers, Titel des Buches, Verlag, Erscheinungsjahr. Mit diesen Angaben kann man jederzeit ein bereits gelesenes Buch in der Bibliothek ausfindig machen. Außerdem braucht man sich niemals den Kopf zu zerbrechen über den Namen eines Autors oder den Titel eines Buches.



Es lohnt sich zudem, auf der Karteikarte kurz zu vermerken, wovon das Buch handelt. Ein Beispiel: „Eduard Waldman, 'Interessante Probleme der Militärtechnik', Verlag DOSAAF, Moskau, 1958. – Angaben zur Militärgeschichte, zur Topographie, zur Erkundung, zur Geschichte der Schußwaffen, der Artillerie, des Automobils, des Motorrads, des Traktors, des

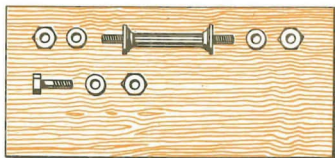
Panzers sowie der Luftverteidigung“.

Durch eine solche Notiz können wir uns leichter und genauer an den Inhalt eines gelesenen Buches erinnern, und sie hilft uns auch bei der Suche nach Daten und Fakten zu einem bestimmten Thema, sei es ein Vortrag oder eine schriftliche Arbeit.

Das ist aber noch nicht alles. Liest man ein Buch, so empfiehlt es sich, die interessantesten Fakten, Beispiele und Zahlenangaben herauszuschreiben. Dabei darf die genaue Quellenangabe nicht vergessen werden. Angenommen, man interessiert sich für die Empfehlungen zum Bau von Flugzeugspanten, die in einer Broschüre für Anfänger im Flugmodellbau gegeben werden. Dann kann man sich beispielsweise notieren, wie Bambus richtig geschnitten wird, wie die Spanten über einer elektrischen Glühlampe gebogen werden, wie die Bespannung anzufertigen ist – mit einem Wort alles, was einem nützlich erscheint. Man darf aber nicht vergessen anzugeben, aus welcher Broschüre und von welcher Seite diese Informationen stammen. Wenn man später auf die Quelle zurückgreifen möchte, aus welchem Grund auch immer, kann man das tun, ohne durch langes Suchen Zeit zu vergeuden.

Nimmt man einen Mechanismus auseinander, verstreut man die Einzelteile, wie Schrauben, Muttern, Scheiben und dergleichen, nicht untergeordnet über die Werkbank (insbesondere dann nicht, wenn keine Montageanleitung zur Verfügung steht), sondern legt die Teile in der Reihenfolge hin, in der man sie von dem Mechanismus abbaut.

Man darf nicht denken, das sei eine überflüssige Mühe und damit Zeitverschwendung. Wenn man den Mechanis-



## Kalenderblätter

mus wieder zusammenbaut, können sich alle beim Zerlegen auf diese Weise verlorenen Minuten beträchtlich vervielfachen, wenn man erst lange probieren muß, was wohin gehört.

Soll ein verschmutzter Mechanismus auseinandergenommen werden, beispielsweise eine Radbuchse, so ist es ratsam, jedes Einzelteil sofort gründlich zu reinigen. Warum soll man das beim Auseinandernehmen tun? Erstens vermeidet man eine unnötige Verschmutzung des Arbeitsplatzes, zweitens kann mit sauberen Teilen das Zusammensetzen zügig vonstatten gehen.

Hat man es mit sehr kleinen Teilen zu tun, so empfiehlt es sich, Schälchen oder ähnliches bereitzustellen, in die man Schrauben, Splinte, Scheiben und Muttern hineinlegt, weil sie sonst leicht verlorengehen.

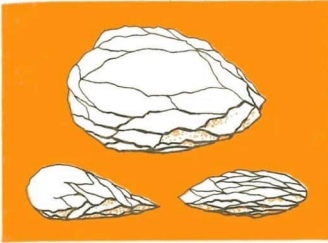
Sorgfalt gereicht jeder Sache zum Vorteil; bei der Demontage und Montage von Mechanismen wird sie jedoch zu einer unbedingten Notwendigkeit.

Die Kalenderblätter sollen Ereignisse widerspiegeln, die mit der Entwicklung der Technik verknüpft sind. Natürlich können sie das nur andeutungsweise, denn würde man jedem Jahr nur eine einzige Seite zur Verfügung stellen, so füllte die Geschichte der bisherigen menschlichen Tätigkeit mehr als 1 500 Bände vom Umfang und Format eines Lexikons. Außerdem haben die verschiedenen Epochen unterschiedliche Spuren hinterlassen: manchmal breite und deutlich erkennbare, oft aber auch weniger ausgeprägte und deshalb schlechter verfolgbare.

Das einzige Ziel der Kalenderblätter besteht darin, durch eine schwach punktierte Linie den Weg anzudeuten, den die Menschheit gegangen ist. Ich hoffe, daß diese immer wieder unterbrochene Spur nicht unbeachtet bleiben wird, daß sie in euch ein Gefühl der Achtung und Dankbarkeit weckt gegenüber den ruhelos Suchenden, die Schritt für Schritt den dornigen Weg des Fortschritts bis zur Eroberung des Kosmos gegangen sind und die nicht müde werden, nach neuen, höheren Zielen zu streben.

**800 000—400 000 v. u. Z.**

In dieser weit zurückliegenden Zeit erste Anwendung von sehr primitiven Steinwerkzeugen, den sogenannten Eolithen. Das sind natürliche Feuersteine, die leicht zurechtgehauen worden sind



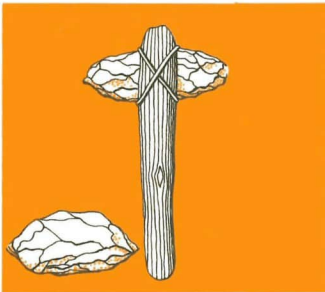
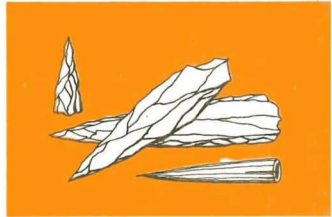
#### 40 000–12 000 v. u. Z.

Steinerne Meißel und Schaber sowie Werkzeuge aus Knochen finden immer breitere Anwendung. Der Mensch behaut und spaltet Steine. Er beherrscht die Retusche, ein spezielles technologisches Verfahren, bei dem durch Schlag oder Druck an Steinwerkzeugen eine Randdangelung hervorgerufen wird.

Der Mensch baut Erdhütten

#### 400 000–100 000 v. u. Z.

Der Mensch gebraucht grobe steinerne Keile, sogenannte Faustkeile, die er durch Behauen herstellt. Ihre Masse schwankt zwischen 50 Gramm und 2 Kilogramm. Im Laufe der Zeit wird der Keil mit einem Handgriff versehen; es entsteht die Steinaxt. In dieser Epoche lernen unsere fernen Vorfahren das „wilde“, von der Natur entzündete Feuer zu nutzen



#### 100 000–40 000 v. u. Z.

Steinerne Spitzen, Schaber und Meißel sowie Werkzeuge aus Knochen kommen in Gebrauch. Der Mensch stellt sich Werkzeuge unterschiedlicher Konstruktion für unterschiedliche Verwendungszwecke her. Er lernt das Feuer zu beherrschen und lebt in Höhlen



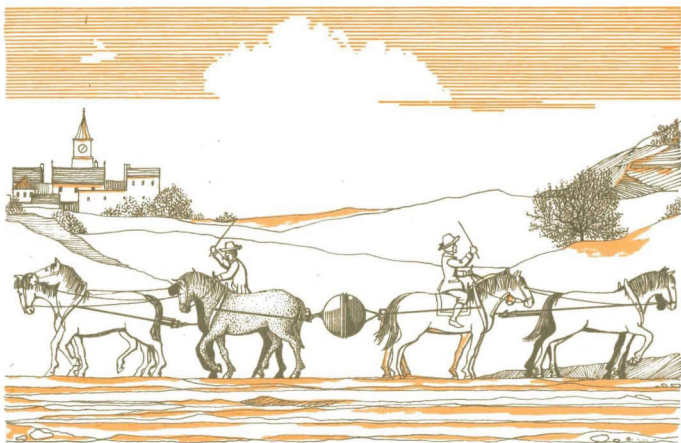
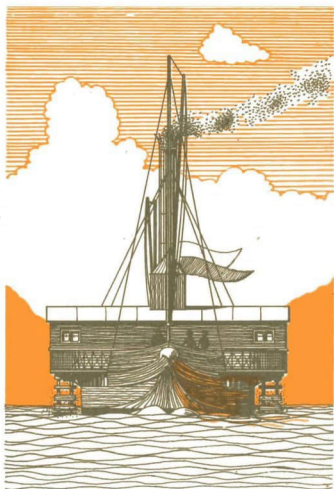
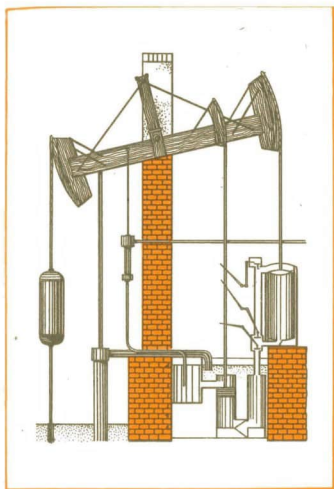
## Fragen ohne Antworten

In den so überschriebenen Abschnitten werden jeweils zehn Fragen gestellt. Diese Fragen werden im Buch absichtlich nicht beantwortet, vielmehr soll jeder die Fähigkeit entwickeln, selbständig Informationen zusammenzutragen, beispielsweise aus Nachschlagewerken.

Außerdem empfehle ich folgendes Spiel: Jede sofort gegebene Antwort wird mit fünf Punkten bewertet. Wem es gelingt, bei jeder Gruppe von Fragen dreißig Punkte zu erzielen, besitzt bereits gute technische Kenntnisse.

1. Wie hoch ist der „Schiefe Turm von Pisa“, von dem Galilei eine Kanonenkugel und ein Musketengeschöß herunterfallen ließ, um die Gesetze des freien Falls zu untersuchen?
2. Welches ist das höchste Bauwerk der DDR? Wie hoch ist es?
3. Für welche physikalische Größe ist die Tonne eine Maßeinheit?
4. Wann wurde in Mitteleuropa erstmals die Töpferscheibe verwendet?
5. Wer war James Watt und wodurch ist er berühmt geworden?
6. Welche Geschwindigkeit hatte der Raddampfer „Clermont“ – 7 km/h, 14 km/h oder 21 km/h?
7. Welche Aufgabe hat das Getriebe bei einem Kraftwagen?
8. Wer war Juri Gagarin und wodurch wurde er bekannt?
9. Was bedeuten die folgenden Abkürzungen: LKW, NN, Ws und SW?
10. Wer hat die „Magdeburger Halbkugeln“ bauen lassen? Was wurde mit ihnen nachgewiesen?











## Über deutlich Sichtbares und über Dinge, die bisweilen der Aufmerksamkeit entgehen

Vor rund 5000 Jahren errichteten unsere Vorfahren die Pyramiden. Und was für Pyramiden! 230 000 Steinblöcke, jeder mit einem mittleren Gewicht von 2,5 Tonnen, wurden zum Grabmal des Cheops aufgehäuft. Die Menschen, die diese bewundernswerten technischen Leistungen vollbrachten, wußten aber nicht, was ein Rad ist! Es war noch nicht erfunden.

In der Antike haben die Erbauer von Tempeln 24 Meter hohe Säulen mit einer Masse von 300 bis 400 Tonnen an genau dafür vorgesehenen Orten aufgestellt, ohne Flaschenzüge, ohne komplizierte mechanische Vorrichtungen. Wie haben sie das zuwege gebracht?

Zunächst legten sie das Fundament der Säule, danach umgaben sie den für die Aufstellung der Säule vorgesehenen Platz mit einer Steinmauer. Um den so entstandenen Schacht schütteten sie Erde in der Weise auf, daß eine flach geneigte Ebene zu ihm führte. Schließlich füllten sie den Schacht selbst mit trockenem Sand. Nun schleiften sie die Säule über die geneigte Ebene an die obere Schachthöffnung, bis sich das untere Säulenende unmittelbar über dem mit Sand gefüllten Schacht befand. Jetzt entfernten sie den Sand allmählich über einen speziellen Tunnel am Fuße des Schachts. Dadurch fiel das Niveau der Sandfüllung, die Säule begann mit dem unteren Ende voran abzusinken und stand schließlich – nachdem der gesamte Sand aus dem Schacht fortgeräumt war – auf dem für sie vorgesehenen Platz. Die Bauleute mußten nun noch die Erdauf-



schüttung und die Schachtwände beseitigen.

Unser gegenwärtiges Bauwesen ist weitestgehend mechanisiert. Mit einem Kran stellen wir Säulen rasch und ohne sonderliche Mühe auf. Dennoch, auch wir können von den Alten Wertvolles lernen: in kompliziertesten Situationen einfache Lösungen zu finden.

Der geniale Leonardo da Vinci (1452–1519) war von Kindheit an in der Kunst des Lesens und Schreibens und in der Arithmetik unterrichtet worden. Mit vierzehn Jahren begann er seine Lehre in der Werkstatt des Bildhauers und Malers Verrocchio. Hier zerrieb er Farben, malte Figuren in den Bildern des Lehrers, modellierte Statuetten, versuchte sich in der Baukunst und der Kunst des Gießens. Nach Beendigung seiner Lehrzeit diente er dem Regenten Mailands, Lodovico Sforza. Hier bekleidete Leonardo da Vinci gleichzeitig das Amt eines Künstlers und eines Ingenieurs.

Er goß Statuen, malte Bilder, errichtete Gebäude, legte Sümpfe trocken und konstruierte Maschinen.

Natürlich wird man nicht „auf Bestellung“ zu einem Genie, doch eines könnt ihr von Leonardo übernehmen: das ständige Stre-

ben nach Erweiterung des Gesichtskreises, das Interesse für alles Unbekannte und die Folgerichtigkeit des Handelns – immer vom Einfachen zum Komplizierten. Wie er solltet ihr euch vor keiner Arbeit scheuen, vielmehr jedes Handwerk einmal mit den eigenen Händen probieren.

Ein Ingenieur unserer Zeit braucht nicht unbedingt der beste Schlosser eines Betriebes oder einer Werkstatt zu sein, aber auskennen muß er sich mit Schlosserarbeiten. Schon deshalb, weil er Schlosser, Schweißer, Kupferschmiede, Dreher und andere Spezialisten leitet, und leiten bedeutet nicht nur wissen, sondern unbedingt auch können.

Im Jahre 1668 wurde eine riesige Glocke in den Glockenturm des Kreml gehoben. Sie wog 8000 Pud (das entspricht 128 Tonnen). Das Hinaufziehen dauerte neun Monate.

Ein von Natur aus nicht neugieriger Mensch wird diese Zeilen lesen, allenfalls sagen: „Interessant, interessant...“ und dann weiterblättern.

Wie aber reagiert ein Wißbegieriger? Vor allem wird er nicht weiterblättern, sondern erst einmal nachdenken.

Es ist die Zeit, in der energische Maßnahmen zur Schaffung eines Staatswesens, zur Förderung des Handwerks, zum Aufbau einer Armee und einer Flotte unternommen werden. Über Rußland qualmen die Kien-späne. Es werden erstmals Kupfermünzen geprägt. Kühne Menschen ziehen aus, um nach neuen Wegen in Sibirien zu suchen. Es ist das Säuglingsalter eines Landes.

Und der Wißbegierige möchte unbedingt verstehen, wie seine verwegenen Vorfahren diesen 128 Tonnen schweren Koloß in den Glockenturm hieven konnten. Er wird so lange forschen, bis er schließlich herausbekommt, daß sie die Glocke „schrittweise“ in die Höhe brachten: Flaschenzüge, mit der Glockenöse verbunden, hoben das



metallene Kunstwerk an, während von unten her etagenweise ein Holzgerüst aufgebaut wurde. Der Wißbegierige weiß die scharfsinnige ingenieurtechnische Leistung, den Mut zur Neuerung, die Einfachheit des eingeschlagenen Weges zu würdigen.

Während der Regierungszeit Nikolaus I. wurde die Eisenbahnstrecke Petersburg (heute: Leningrad)–Moskau eröffnet. Für die damalige Zeit war sie ein fortschrittlicher und grandioser Bau, der die beiden großen Städte durch das neue Transportmittel verband. Aber nicht nur darin bestand die Bedeutung der Eisenbahnstrecke. Rußland gab damit der Welt zu verstehen: Ich bin zwar ein rückständiges Land, aber in meinem Inneren beginnen sich Riesenkräfte zu bewegen. Meine Söhne sind talentiert, arbeitsam und zu großen Taten fähig!

Natürlich war das Interesse an der ersten Eisenbahnstrecke Rußlands außerordentlich groß. Es ist kaum vorstellbar: Zu dieser Zeit waren in Rußland sommers etwa 800 000 und winters bis zu 3 000 000 Menschen im Spanndienst, im Transport mit Pferdefuhrwerken, eingesetzt!

Der Zar dankte den Ingenieuren der Eisenbahnstrecke, verstreute nach links und rechts Liebenswürdigkeiten und äußerte den

Wunsch, selbst von Petersburg nach Moskau zu fahren.

Und er fuhr. Aber vor jeder Brücke blieb der Zug mit dem Zaren stehen, der Herrscher verließ seinen luxuriösen Salonwagen und ging zu Fuß hinter dem Zug über die Brücke. Nein, Nikolai I. hatte kein besonderes Interesse an den Brückenkonstruktionen, er hatte vor den Brücken einfach Angst. Eisenbahnbrücken waren für ihn etwas Neues, und er befürchtete, sie könnten plötzlich zusammenbrechen.

An der Brücke über die Werebinskischlucht stieg der Zar wiederum aus seinem Waggon, gab dem Lokführer durch Winken mit dem Taschentuch das Zeichen zur Weiterfahrt, aber der Zug begann auf den Schienen zu rutschen und bewegte sich nicht mehr von der Stelle. Es zeigte sich, daß der Streckenmeister dieses Abschnitts befohlen hatte, die rostigen Schienen mit dicker Ölfarbe zu streichen, weil er wußte, daß der Zar alle Brücken einer „Inspektion“ unterzog, und sich vor seinem Herrscher auszeichnen wollte. Die Farbe aber war nicht mehr trocken geworden ...

Ich habe diese Geschichte nicht ausgegraben, weil sie kurios ist und euch erheitern soll. Ich möchte vielmehr auf den schnellen Lauf der Zeit aufmerksam machen: Vor etwa 150 Jahren fürchtete sich die erste Figur eines Imperiums, über eine Eisenbahnbrücke zu fahren. Und der Streckenmeister, eine für damalige Begriffe in der Technik recht bewanderte Person, kümmerte sich nicht sonderlich um die Befolgung physikalischer Gesetze, er maß den „Gesetzen“ der Liebedienerei wesentlich größere Bedeutung bei. In dieser Umwelt wuchsen Rußlands Mechaniker, Ingenieure, seine Erbauer heran.

Jeder, der einen technischen Beruf ergreifen möchte, sollte seinen gewählten Weg mit einem Rückblick in die Vergangen-

heit beginnen. Es ist nützlich, mit seinen nahen und fernen Vorfahren bekannt zu werden, aus ihren Erfahrungen zu lernen, solange man noch Zeit hat, solange noch keine Prüfungen drängen oder später die Aufgaben in der Produktion. Die Erfahrungen unserer Vorfahren sind in zweierlei Hinsicht interessant: Sie lehren uns, zielstrebig zu arbeiten, Probleme zu lösen, aus schwierigen Situationen Auswege zu finden, und sie lehren uns, richtig und ehrlich zu leben.

Nicht umsonst hat Maxim Gorki geschrieben: „Man sollte in den Schulen noch ein sehr wichtiges Lehrbuch einführen, die ‚Geschichte der Arbeit‘, die schöne und tragische Geschichte des Kampfes des Menschen mit der Natur, die Geschichte seiner Entdeckungen und Erfindungen, die Geschichte seiner Siege über die Naturkräfte.“

Und etwas später: „Ich glaube ganz fest an Wunder, die durch den Verstand und die Phantasie des Menschengeschaffen werden. Andere Wunder kenne ich nicht.“



## Eine Sprache, die man unbedingt beherrschen muß

Heute lernen die Kinder viel lieber Fremdsprachen als früher ihre Eltern. Sie wissen, daß man kein ordentlicher Spezialist sein kann – das trifft auf jedes beliebige Gebiet zu –, ohne sich mit der russischen, englischen, französischen und anderssprachigen Literatur vertraut zu machen.

Bedenklich scheint es mir jedoch, daß sich viele junge Menschen auf das Studium von Fremdsprachen verlegen und andere Mittel der Verständigung unterschätzen, obwohl diese bereits seit langem als zuverlässig bekannt sind.

Mein gescheiter vierzehnjähriger Freund Sascha – ein Erfinder und Meister mit goldenen Händen, in seinen Träumen bereits Hauptkonstrukteur – wird nicht müde zu wiederholen: „Ich liebe die Mathematik, ich liebe die Physik, aber das technische Zeichnen soll der Teufel holen!“ Er läßt sich nicht davon überzeugen, daß eine vernünftige und klare Zeichnung, ein Schema oder ein Diagramm vorläufig die zuverlässigsten Mittel zur Übermittlung technischer Informationen sind.

Stellt euch zum Beispiel folgendes vor: Um einen Tisch haben sich Elektronikspezialisten aus verschiedenen Ländern versammelt – ein Engländer, ein Schwede, ein Pole, ein Russe. Selbst wenn keiner die Sprache der anderen versteht, werden sie dennoch in der Lage sein, sich ihre Gedanken mitzuteilen, ihre Erfolge einzuschätzen und Fehler zu finden, wenn ihre Ideen in technischen Zeichnungen, Diagrammen oder Schemata verkörpert sind.

Jeder Mensch, der sich mit der Technik beschäftigt, muß die Sprache der Zeichnung lesen, sich in ihr ausdrücken und in ihr diskutieren können.

Wappnet euch ein wenig mit Geduld und lest die folgende kurze Beschreibung:

Der obere Deckel hat rechteckige Form, er ist aus acht Leisten mit den Maßen 300 Millimeter  $\times$  20 Millimeter  $\times$  8 Millimeter zusammengesetzt. Die Leisten sind in einem Abstand von 10 Millimetern voneinander auf zwei dazu senkrechten Stützen mit den Maßen 300 Millimeter  $\times$  30 Millimeter  $\times$  25 Millimeter befestigt. Die Enden jeder Stütze sind leicht abgerundet, der Radius der Abrundung beträgt 20 Millimeter. An dem einen Ende jeder Stütze befindet sich ein gebohrtes Loch mit einem Durchmesser von 15 Millimetern, am anderen Ende ist eine Nut in die Stütze geschnitten.

„Das ist aber langweilig!“ wird selbst der Geduldigste ausrufen, nachdem er diese Zeilen gelesen hat. Dabei handelt es sich nur um den Anfang der Beschreibung eines gewöhnlichen Klappstuhls.

Unsere Sprache ist arm und blaß, wenn technische Sachverhalte beschrieben werden sollen. Eine Zeichnung dagegen ist ausdrucksvoll, überzeugend und – was am wichtigsten ist – bildhaft. Man hat den Gegenstand nicht vor Augen, und trotzdem sieht man ihn. Man sieht ihn in allen seinen Einzelheiten. Und noch mehr: Mit Hilfe von Schnitten und Projektionen kann man in das Innere, in den Körper der Dinge eindringen, sie wie mit Röntgenstrahlen durchleuchten, dem Auge verborgene Kanäle, Hohlräume, Bohrungen, Gewinde, Aushöhungen betrachten.

Eine Zeichnung vermittelt eine sehr anschauliche Vorstellung von einem Gegenstand.

Wollt ihr auf dem Gebiet der Technik arbeiten, so müßt ihr euch an die Sprache der

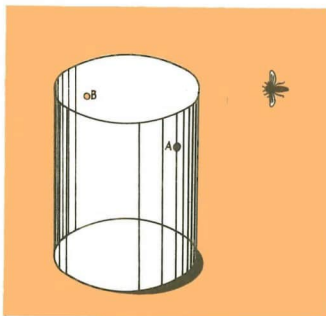
Linien, der vereinbarten Bezeichnungen und der Strichelungen gewöhnen, ihr müßt die „Materialität“ der Schnittflächen körperlich fühlen und wissen, was sie ausdrücken sollen. Auch wenn ihr eine einfache technische Tätigkeit ausüben möchtet, müßt ihr lernen, Zeichnungen zu lesen und zu verstehen.

Warum aber sagt dann mein Freund Sascha trotzdem: „Das technische Zeichnen soll der Teufel holen!“?

Ich denke, weil Sascha vor lauter Bäumen den Wald noch nicht sieht. Für ihn sind die drei Ansichten einer stumpfen Pyramide beispielsweise nicht mehr als eine Zwei oder eine Drei im Klassenbuch. Es gefällt ihm nicht, sich nur deshalb mit dem Zeichnen zu beschäftigen, um das Ziehen von Linien, das Auffinden von Schnittpunkten und das saubere Stricheln von Schnittflächen zu erlernen, wie es nur wenige Menschen gibt, die die grammatikalischen Regeln für das Bilden von Präsens, Perfekt und Futur nur dieser Gesetze wegen studieren. Anders ist es, wenn man die Grammatik einer fremden Sprache zu begreifen versucht, um die Werke eines Dichters im Original lesen oder sich mit einem Ausländer unterhalten zu können.

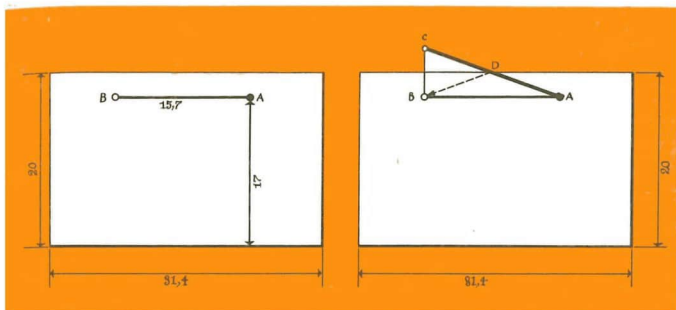
Mit Hilfe der Zeichnung kann man das Gefüge eines Gegenstandes nicht nur gut darstellen, sondern auch viele Aufgaben erfolgreich lösen, beispielsweise das folgende Rätsel:

Auf der Innenwand eines zylindrischen Glasgefäßes ist ein Honigtropfen zu sehen, der sich 3 Zentimeter unterhalb des oberen Gefäßrandes befindet. Auf der Außenwand hat sich in dem Punkt, der dem Honigtropfen gegenüberliegt, eine Fliege niedergelassen. Zeige den kürzesten Weg, auf dem die Fliege zum Honig gelangen kann. Die Höhe des Glasgefäßes beträgt 20 Zentimeter, sein Durchmesser 10 Zentimeter.



Diese Aufgabe rein rechnerisch zu lösen ist beschwerlich. Rollt man aber den Zylinder in eine ebene Figur auf, so wird die Sache wesentlich einfacher: Es ergibt sich ein Rechteck, dessen Höhe 20 Zentimeter beträgt, während die Grundlinie gleich dem Umfang des Gefäßes, das heißt gleich  $10 \text{ Zentimeter} \times 3,14 \text{ Zentimeter}$  lang ist. Wir zeichnen in dieses Rechteck die Lage der Fliege und die Lage des Honigtropfens ein. Die Fliege sitzt im Punkt A; er befindet sich 17 Zentimeter von der Grundlinie entfernt. Der Tropfen befindet sich im Punkt B in gleicher Höhe über der Grundlinie und in einem Abstand von A, der gleich dem halben Umfang des Gefäßes, das heißt gleich 15,7 Zentimeter ist.

Um den Punkt zu finden, in dem die Fliege über den Gefäßrand kriechen muß, ziehen wir vom Punkt B aus eine zur oberen Kante des Rechtecks senkrechte Linie bis zu einem Punkt C, der von der oberen Rechteckseite den gleichen Abstand hat wie der Punkt B. Diesen Punkt verbinden wir durch eine gerade Linie mit dem Punkt A. Dann liegt der Punkt D an der Stelle, wo die Fliege über den Gefäßrand auf die Innenseite des Gefäßes kriechen muß, denn der Weg ADB ist der kürzeste.



Nicht weniger wichtig als Zeichnungen sind graphische Darstellungen. Im glatten Verlauf eleganter Kurven, in unerwarteten plötzlichen Anstiegen, in tückischen Kurvenspitzen, in nicht vorhergesehenen Abweichungen nach unten verbergen sich mitunter große Entdeckungen, furchtbare Katastrophen, helle Freuden, blitzschnelle Erleuchtungen und gnadenlose Urteile. Keines dieser Worte stellt eine Übertreibung dar.

Wenn beispielsweise die Kurve für den Kraftstoffverbrauch eines Kraftfahrzeugs 5 Millimeter über der berechneten oder, wie man sich üblicherweise auszudrücken pflegt, über der Normkurve liegt, so kann man mit Sicherheit behaupten: Der Vergaser taugt nichts mehr. Bei einem solchen Mehrverbrauch an Kraftstoff wird das Fahrzeug nicht von einer Tankstelle zur nächsten kommen. Ist die Konstruktion des Vergasers gut und der Mehrverbrauch durch eine schlechte Vergasereinstellung verursacht, so muß man die Vergaserdüsen prüfen, die Dosierschrauben nachziehen und eine neue Kurve aufnehmen.

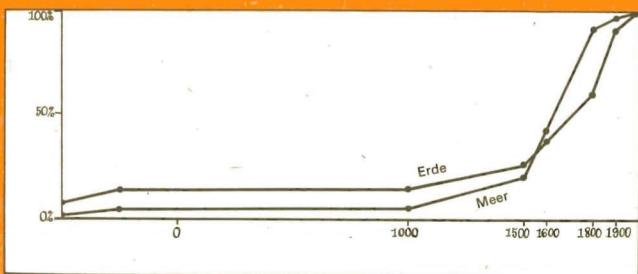
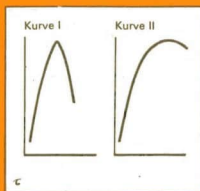
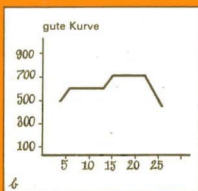
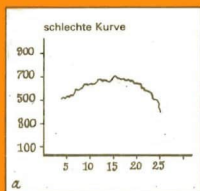
Bringt ein Testpilot von einem Kontrollflug eine Geschwindigkeitskurve mit, die so aussieht wie in Abbildung a gezeigt, wird

es für ihn höchste Zeit, den Beruf zu wechseln. Eine solche „Säge“ zeugt von keinem fliegerischen Können. Meisterpiloten müssen Kurven vorweisen, die der in Abbildung b entsprechen.

Weil gerade von der Luftfahrt die Rede ist, sehen wir uns noch die beiden Kurven in Abbildung c an. Der Laie würde sagen: Der eine Haken ist etwas spitzer als der andere. Ein erfahrener Pilot dagegen kann allein aus dem Verlauf dieser Kurven, ohne über Zahlenangaben zu verfügen, schließen: Die erste Maschine verspricht beim Trudeln nichts Gutes. Die scharfe Wendung der Kurve ist ein sicherer Hinweis auf einen plötzlichen Übergang zum Trudeln. Wenn die Landung mit dieser Maschine vielleicht noch in der Nähe des kritischen Winkels erfolgen muß, so läßt die Maschine keine hohe Ausrichtung über der Erde zu, wahrscheinlich liebt sie keinen Seitenwind. Man wird sich gegenüber der Maschine sehr wachsam verhalten müssen. Die zweite Maschine hingegen ist ein „gutmütiger Kerl“.

Ich habe die mittleren Wintertemperaturen der Jahre 1911/12 und 1938/39, die auf Spitzbergen ermittelt wurden, herausgesucht.





Beim Anblick der langen Zahlenkolonnen konnte ich nur eins feststellen: Es ist durchaus nicht so kalt auf dieser arktischen Insel, wie ich mir das immer vorgestellt hatte. In vielen Jahren lag die mittlere Wintertemperatur sogar über dem Nullpunkt.

Nimmt man aber ein Blatt Millimeterpapier, trägt auf der vertikalen Achse die Temperaturwerte und auf der horizontalen Achse die Winterhalbjahre ab, zeichnet die entsprechenden Punkte ein und verbindet sie miteinander durch eine Linie, so lassen sich nicht nur die Temperaturen ablesen, es wird auch ein Prozeß, die Erscheinung als Ganzes, sichtbar.

In den 27 Jahren, die zwischen dem Winter 1911/12 und dem Winter 1938/39 vergangen sind, ist es auf der Insel merklich wärmer geworden. Das letzte kalte Jahr war 1917, danach ist die mittlere Temperatur nicht mehr unter den Nullpunkt gesunken. Zwar waren die Jahre 1919 bis 1929 instabil – mal wärmer, mal kälter –, in dem Jahrzehnt zwischen 1929 und 1939 ergab sich jedoch eine allmähliche Erwärmung als endgültiges Erscheinungsbild.

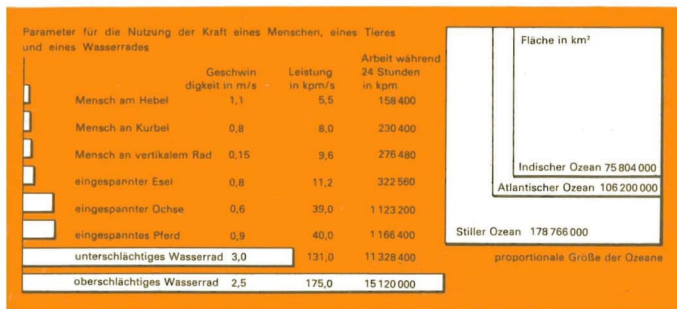
Hat man sich an das Anwenden graphischer Darstellungen gewöhnt, so kann man leicht zu solchen Schlußfolgerungen gelangen,

ohne Fachmann sein zu müssen. Die graphische Darstellung ist einfach, verständlich und anschaulich.

Wir sehen uns eine andere graphische Darstellung an. Auf der vertikalen Achse sind die Prozente des erkundeten Territoriums der Erde, auf der horizontalen Achse die Jahre abgetragen. Beim ersten Hinsehen ähnelt diese graphische Darstellung sehr der vorhergehenden. Es gibt aber einen wesentlichen Unterschied: Sie hat zwei Kurven. Die obere Kurve gibt die erkundeten Festlandsgebiete, die untere die erkundeten Wasserflächen der Erde an. Jetzt wollen wir versuchen, die beiden Kurven zu lesen und nacheinander die Schlußfolgerungen aufzuführen, die sich aus ihnen ziehen lassen:

1. Bis zum Jahre 1000 interessierte sich die Menschheit nicht sonderlich für die Erde, auf der sie lebte. Die Landreisenden waren etwas aktiver als die Reisenden zur See, aber den einen wie den anderen war nicht mehr als ungefähr ein Zehntel der Erdoberfläche bekannt.

2. Bis zum Jahre 1500 nimmt die Forscher-tätigkeit der Menschheit merklich zu, und die Seefahrer holen die Landreisenden in ihrem Streben nach Eroberung neuer Ge-



biete nahezu ein. (Eine indirekte Schlußfolgerung, die sich aus der graphischen Darstellung ergibt: vom 12. bis zum 14. Jahrhundert haben sich die Flotten wesentlich vergrößert.)

3. Um die Mitte des 15. Jahrhunderts holen die Seefahrer die Landreisenden ein, und in der Folgezeit überholen sie diese sogar. Der steile Anstieg beider Kurven zeigt, daß die Entdeckung neuer Gebiete rasch zunimmt.

4. Bis zum Jahre 1900 haben die Seefahrer praktisch alles erkundet, was erkundet werden konnte; den Landreisenden ist das nicht ganz gelungen, doch auch sie nähern sich der Vollendung ihrer Mission.

5. Im 20. Jahrhundert ist es den Menschen schließlich gelungen, eine sehr genaue und sehr ausführliche Beschreibung der Erde anzufertigen.

Ein naher Verwandter der graphischen Darstellung ist das Diagramm. Es kann gleichfalls viele Fragen klar und überzeugend beantworten.

Wie soll man zum Beispiel das tägliche Arbeitsvermögen eines mit einem Hebel hantierenden Menschen, eines in einen Antrieb gespannten Pferdes und eines ober-schlächtigen Wasserrades miteinander vergleichen? Führt man die entsprechenden Berechnungen durch (sie sind übrigens nicht so kompliziert, man muß nur die Arbeitsgeschwindigkeit kennen und die Arbeitsproduktivität je Sekunde messen), so erhält man Angaben, die einwandfrei beweisen, daß die auf den ganzen Tag bezogene Produktivität des Pferdes in einem Antrieb siebenmal größer ist als die Produktivität eines mit einem Hebel wirkenden Menschen. Ist es aber nicht anschaulicher, diese Angaben aus dem hier dargestellten Stufendiagramm abzulesen?

Oder ein anderes Beispiel: Wie ermittelt man die ungefähren Flächen des Stillen, Atlantischen und Indischen Ozeans? Ich glaube, daß es kein überzeugenderes Verfahren gibt als die „Rückführung“ ihrer Oberflächen auf Quadrate gleichen Maßstabs, die dann aufeinandergelegt werden können.

Graphische Darstellungen von Gegenständen, Ereignissen, Erscheinungen und Beziehungen zwischen verschiedenen Größen brauchen alle Spezialisten – Ärzte, Meteorologen, Seeleute, Piloten, Historiker, Ökonomen, Physiker, Chemiker, Ingenieure und andere. Sie können ohne graphische Darstellungen nicht auskommen.

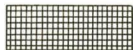
# Aus dem „Wörterbuch“ des technischen Zeichners



metallische Werkstoffe  
(z. B. Stahl, Stahlguß, Grauguß,  
Kupfer, Bronze, Messing,  
Zink, Leichtmetall)



nichtmetallische Werkstoffe  
(z. B. Filz, Fiber, Gummi, Leder,  
Preßstoff, Füllstoff)



elektrische Wicklungen



durchsichtige  
und durchscheinende Werkstoffe  
(z. B. Glas, Zellon, Zelluloid)



optisches Glas



gesinterte Werkstoffe  
(z. B. Schleifscheiben)



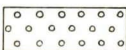
Holz (Hirnholz, Längsholz)



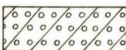
Marmor, Schiefer, Porzellan



Ziegelmauerwerk



unbewehrter Beton



bewehrter Beton, Stahlbeton



Schamotte und feuerfeste  
Steine



Erdrreich



Flüssigkeiten



zylindrische Bohrung



kegelige Bohrung











































**Radial-Zylinderrollenlager**  
zylindrische Bohrung und Ringnut  
im Außenring



**Axial-Rollenkugellager**  
mit ebener Gehäusescheibe

**Radial-Rillenkugellager**

	<b>Zylindrische Schraubfeder</b> Druckfeder mit rundem Querschnitt		Dampf
	Zugfeder		Wasser, allgemein für Rein- und Rohwasser
	gewundene Biegefeder (Schenkelfeder)		brennbare Gase
			Luft
	Blattfeder ohne Augen		Öl
	mit Augen und Bund		Kreuzung zweier Mengenflüsse ohne Verbindungsstelle
			Abzweigstelle
	Hydrant		geschlossen
	Armatur, allgemein		offen
	Absperrhahn, Durchgangsform		Druckbehälter
	Sicherheitsventil, allgemein		Kernreaktor, allgemein

Rohrniethdurchmesser		12	16	20	22	24
Lochdurchmesser		13	17	21	23	25
Sinnbilder für	beiderseits Halbrundköpfe					
	oben versenkt					
	unten versenkt					
	beiderseits versenkt					

## Einige gütige Worte über einen sehr alten Lehrer

Wahrscheinlich braucht nicht bewiesen zu werden, daß die Natur der erste Lehrer des Menschen war. Vor rund 800 000 Jahren begannen unsere Vorfahren den Stein als Werkzeug zu benutzen. Die Wissenschaftler nennen diesen Stein Eolith. Später lernten es die Menschen, den Stein so zuzuhauen, daß er scharfe Kanten und unten eine Spitze hatte, oben aber gut in der Hand, in der Faust lag. Er wird deshalb Faustkeil genannt. Der Mensch machte sich auch das „wilde“, von der Natur entzündete Feuer zunutze und vervollkommnete und erweiterte seine Palette einfacher Werkzeuge; er lernte fortwährend von der ihn umgebenden Natur.

Eines Tages schlägt sich durch das Dickicht ein Jäger dieser Zeit. Äste gebeugter Bäume peitschen seinen Körper, es schmerzt, und es fließt Blut aus den Wunden. Da geht ihm folgendes durch den Kopf: Was passiert, wenn ich einen jungen Baum selbst biege, einen zugespitzten Stab an den gekrümmten Stamm halte und die Baumspitze in dem Moment loslasse, da sich das Wild zum Trinken niederbeugt? Das Bäumchen wird sich strecken, den Pfeil fortschleudern und ...

So oder ähnlich entstand der Vorläufer des Bogens, einer Waffe, die vereinzelt auch heute noch in Gebrauch ist. Natürlich mußte der Bogen eine lange Entwicklungsperiode durchlaufen, aber sein Vorbild entnahm der Mensch der Natur.

Sehen wir uns jetzt den zeitlichen Ablauf dieses Prozesses an: Zuerst war der



peitschende Zweig, dann nutzte der Jäger die Elastizität des Holzes für seine Zwecke und baute den ersten Bogen. Danach begann die lange Periode der Vervollkommnung des Bogens. Sie reichte bis zur Erfindung der Armbrust. Zeitlich parallel entstanden Schleudern, Wurfmaschinen und ähnliche Vorrichtungen. Die Elastizität des Materials wurde immer vielfältiger, immer besser genutzt. Auch die ersten Federn sind in gewisser Hinsicht Nachkommen des Bogens.

Der Mensch beobachtete, wie Steine von steilen Abhängen herabstürzten, wie riesige Bäume umfielen und dabei alles unter sich zerstörten. Noch war er nicht in der Lage, die Gesetze der Erdanziehung zu entdecken, er stellte jedoch vollkommen richtig fest: je größer und massiver der fallende Gegenstand ist, um so beträchtlicher sind die von ihm hervorgerufenen Zerstörungen. Und noch etwas: Auch ein relativ kleiner Stein kann Unheil anrichten, wenn er aus hinreichend großer Höhe herabfällt und dabei eine hohe Geschwindigkeit annimmt.

Diese Beobachtung hatte praktische Folgen: Die Jäger und Krieger benutzten Wurfgeräte mit langen Handgriffen. Danach wurde die Energie fallender Körper immer vielfältiger

eingesetzt — bei Steinschleudern unterschiedlichster Konstruktion, bei den Mauerbrechern und bei ihren friedlichen Verwandten, den Schmiedehämmern, den Wasserhebwerken, viel später auch in den ersten Hebelmaschinen.

Betrachtet man die Bemühungen des Menschen, die „arbeitende Last“ seinen verschiedenen Zwecken dienstbar zu machen, so gelangt man zu der schon bekannten Schlußfolgerung, daß die Lehrstunden der Natur sich häuften und durch Experimente des Menschen vervollständigt wurden. Das führte unsere Vorfahren zur Bekanntschaft mit Naturerscheinungen und späterhin zu deren Verständnis.

Wir wissen, daß die ersten selbstgefertigten Gefäße aus Weidenruten geflochten waren. In der Folgezeit verschmierte man sie mit Lehm, der an der Luft trocknete, um sie undurchlässig zu machen. Ein solches Gefäß ist vielleicht ganz zufällig einmal in ein Lagerfeuer geraten, wodurch der Lehm gebrannt wurde. So entdeckte der Mensch den Weg zur Töpferkunst. Sehr viel später, als man zahlreiche neue Erfahrungen gesammelt hatte, begann man, das Feuer auch für andere technologische Prozesse anzuwenden. Wahrscheinlich haben zuerst die Töpfer herausgefunden, wie man Erze schmelzen kann.

Die Menschen besaßen noch keine Kenntnisse über die Eigenschaften und die Besonderheiten der Metalle sowie über die Lagerstätten ihrer Erze. Aber nach und nach haben sie der Natur ein Geheimnis um das andere abgerungen.

Manch junger Forscher unserer Tage wird fragen: Haben denn die Menschen in den vielen Millionen Jahren ihrer Existenz noch nicht alle Geheimnisse der Natur gelüftet, haben sie noch nicht alle Unterrichtsstunden der Natur gehört und das gewonnene Wissen angewendet? Nun, die Natur birgt für

uns noch so viele Geheimnisse, daß auch den künftigen Generationen viele große und kleine Entdeckungen und Erfindungen vorbehalten bleiben werden.

Es ist noch gar nicht so lange her, daß man mit der Herstellung von sich selbst schärfenden Messern begann. Als Modell für diese Messer diente der Zahnaufbau der Nagetiere. Befindet sich in der Mitte der Klinge eine harte Stahlplatte, die mit einigen Schichten weniger harten Eisens bedeckt ist, so nutzt sich die Kante ungleichmäßig ab, der weiche Teil schneller, der harte Teil langsamer. Das hat zur Folge, daß das Messer um so schärfer wird, je länger es in Gebrauch ist. Als es darum ging, dieses Messer zu verwirklichen, mußten die Menschen keine großen technischen Leistungen vollbringen, sie brauchten sich eigentlich nur die Zähne der Nagetiere etwas genauer anzusehen und daraus logische Schlußfolgerungen zu ziehen.

Jedes Jahr überfliegen Millionen von Zugvögeln Meere und Kontinente; immer gelangen sie wieder genau bei ihren alten Plätzen an. Wir, die Menschen, haben automatisierte, sehr genau und zuverlässig arbeitende Navigationssysteme geschaffen, mit ihrer Hilfe können wir auf der Erde einen Gegenstand von der Größe eines Fußballs ansteuern, eine Rakete beinahe in einen Basketballkorb schießen, der auf der gegenüberliegenden Erdhalbkugel angebracht ist. Dennoch ist selbst unser bestes Navigationssystem rückständig gegenüber der „Navigationseinrichtung“ etwa einer gewöhnlichen Schwalbe! Auch hier müssen die Ingenieure noch tiefer in die Natur eindringen und von ihr lernen.

Es sind erst wenige Jahrzehnte vergangen, seit sich die Taucher mit Gummiflossen ausgerüstet haben. Der Prototyp dieser nicht sehr schwierigen „Erfindung“ existierte aber schon, als es den Menschen auf



der Erde noch gar nicht gab, denn die Gummiflossen sind den mit Schwimmhäuten versehenen Pfoten einiger Lurche nachgebildet.

Die angeführten Beispiele lassen ahnen, wieviel wir von der Natur noch lernen können. Jeder, der sich mit der Technik beschäftigt, sollte deshalb eine ausgeprägte Neugier gegenüber allen uns umgebenden Dingen haben und die Natur unverwandt aufmerksam und genau beobachten.

Die Wasserläufer bewegen sich mit ihren dünnen Beinen über die spiegelnde Oberfläche des Wassers. Sieh dir dieses Insekt einmal an! Warum geht es nicht unter, warum versinkt es nicht im Wasser?

Durch die Asphaltdecke dringt ein dünner Grashalm. Zertritt nicht seine zarte Lanze! Bleib stehen und denke einmal darüber nach, welche Kraft dieser einfache Grashalm entwickeln muß, um ans Sonnenlicht zu gelangen. Vielleicht verbirgt sich in dem Geheimnis des Hälmschens die technische Lösung für neuartige Hebewinden, Kräne oder Bohrmaschinen bisher nicht bekannter Größe und Leistungsfähigkeit.

## Zum Überlegen und Lösen

16. Du weißt gewiß, was man unter einem Schwerpunkt versteht. Nimm einen ganz gewöhnlichen Besen oder einen Schistock und bestimme seinen Schwerpunkt, ohne dabei irgendwelche Hilfsmittel zu verwenden, also nur mit den eigenen Händen!

17. Bereitet man sich auf eine Campingtour vor, so muß man dafür sorgen, daß die Streichhölzer immer trocken sind. Selbst wenn man unterwegs von einem Dauerregen total durchnäßt wird, müssen die Streichhölzer trocken bleiben. Wie kann man das auf einfache Weise erreichen?

18. Am besten wäre es, keine Fehler zu machen. Das ist aber leider nicht möglich — jeder macht Fehler. Deshalb ist es wichtig, zu wissen, wie man Fehler findet. Versuche einmal zu erklären, wie es dazu kommen konnte, daß sich aus den im folgenden durchgeführten Rechnungen  $7 = 5$  ergibt!

Mit Sicherheit gilt wohl dies:

$$7(7 - 5) = (5 + 2)(7 - 5).$$

Wir multiplizieren die Klammern aus und erhalten

$$49 - 35 = 35 + 14 - 25 - 10.$$

Jetzt bringen wir die 14 auf die linke Seite der Gleichung:

$$49 - 35 - 14 = 35 - 25 - 10$$

und klammern auf beiden Seiten einen vorhandenen gemeinsamen Faktor aus:

$$7(7 - 5 - 2) = 5(7 - 5 - 2).$$

Dann erhalten wir aber  $7 = 5$ !

19. Vor dir steht eine Tafel mit Fragen und Antworten. Eine kleine Scheibe mit dem Buchstaben „F“ ist der elektrische Kontakt für die Fragen, eine kleine Scheibe mit dem Buchstaben „A“ der elektrische Kontakt für die Antworten. Unten befindet sich eine Batterie, eine Kontrolllampe und die übertragbaren Kontakte „a“ und „b“. Sieh dir das Schema genau an und versuche, auf die drei unten gestellten Fragen zu antworten!

Frage	Antwort
1. Wie hoch ist der Fichtelberg (in m)?	1769
2. Welche Höhe hat der Brocken (in m)?	1 214
3. In welchem Jahr wurde Napoleon geboren?	1759
4. In welchem Jahr wurde der Dichter Friedrich Schiller geboren?	Zn
5. Wie lautet das chemische Zeichen von Zink?	5 625
6. Wie lautet das chemische Zeichen von Zinn?	1813
7. Bilde im Gedächtnis das Quadrat der Zahl 75!	1 142
8. Bilde im Gedächtnis das Quadrat der Zahl 65!	Sn
9. Wann wurde der RGW gegründet?	1949
10. Wann fand die Völkerschlacht bei Leipzig statt?	4 225

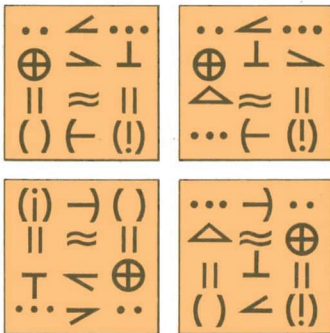
*Frage 1:* Wie muß man die Kontakte auf der Tafel miteinander verbinden, damit die Kontrolllampe nur bei der richtigen Antwort aufleuchtet?

*Frage 2:* Wie muß das Schema auf der Rückwand der Tafel aussehen, und wie ist der „Weg“ der elektrischen Leitungen anzugeben?

*Frage 3:* Wie kann man mit Hilfe eines Codes (eines Schlüssels) die Reihenfolge der Kontaktverbindungen aufschreiben?

20. Vor dir steht eine Stange, beispielsweise die Stange zur Befestigung des Volleyballnetzes. Es kommt nicht so sehr auf den Verwendungszweck, sondern auf die ungefähren Abmessungen der Stange an. Du sollst diese Stange aus der Erde herausziehen. Wie läßt sich das am einfachsten durchführen, wenn man die Stange nicht ausgraben und das Holz nicht durch Hacken, Sägen oder Bohren beschädigen will?

21. Vor dir siehst du vier Zeichnungen. Sag bitte, sind sie alle voneinander verschieden oder gibt es welche darunter, die einander gleich sind? Für die Lösung der Aufgabe sind 20 Sekunden vorgegeben, nicht mehr.

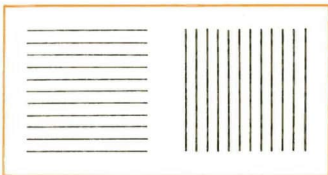


22. Beobachtungsgabe und visuelles Gedächtnis sind erstrebenswerte Eigenschaften für jeden, der sich der Technik widmen möchte. Deshalb hier eine weitere Übung zur Kontrolle des Beobachtungs-

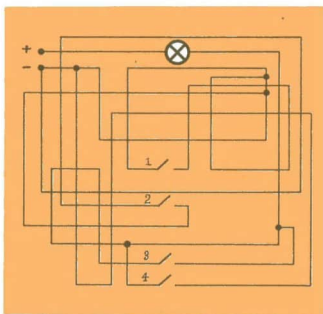
vermögens. In den beiden völlig verschiedenen Bildern gibt es sieben gleiche Gegenstände. Versuche sie zu finden! Die hierfür vorgegebene Zeit beträgt 30 Sekunden.



23. Ein Ingenieur soll ein gutes Augenmaß haben. Versuche ohne weitere Hilfsmittel festzustellen, welches der beiden hier gezeichneten Quadrate größer ist!



24. Sieh dir den vorliegenden elektrischen Schaltplan an! (Bild rechts, oben) Welchen Knopf muß man drücken, damit die Kontrolllampe aufleuchtet?



25. Dein Freund behauptet, daß er beim Durchwühlen alter Sachen eine Goldmünze gefunden hat. Er zeigt dir sogar eine schwere, dunkle Münze mit unkenntlicher Prägung. Wie kann man feststellen, ob die Münze aus Gold besteht, ohne daß man sie äußerlich beschädigt?

## Kleine Ratschläge

Man sagt: „Ich kenne das genauso gut wie meine eigenen fünf Finger.“ Und jeder ist natürlich der Meinung, daß er seine fünf Finger ausgezeichnet kennt. Ist das tatsächlich so?

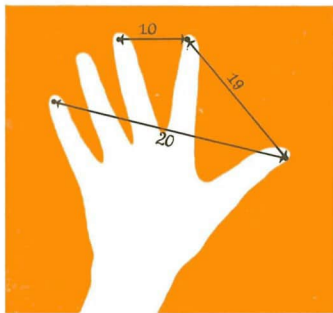
Kannst du beispielsweise sofort sagen, wie groß bei dir der größte Abstand zwischen Daumenspitze und Spitze des kleinen Fingers ist? Oder den maximalen Abstand zwischen den Spitzen des Zeigefingers und des Mittelfingers nennen? Und vielleicht weißt du die Länge des mittleren Gliedes deines Zeigefingers?

Die Abmessungen meiner Hand kenne ich:

vom kleinen Finger bis zum Daumen – 20 Zentimeter;

vom Zeigefinger bis zum Daumen – 19 Zentimeter;

vom Mittelfinger bis zum Zeigefinger – 10 Zentimeter ...



Warum soll man diese Abmessungen kennen, und was kann man damit ausrichten?

Ein Beispiel soll Antwort geben.

Es kann vorkommen, daß man prüfen muß, ob ein Brett oder eine Leiste für die Anfertigung einer bestimmten Konstruktion geeignet ist, ohne daß ein Lineal oder ein anderes Längenmeßgerät zur Verfügung steht. Hier bewähren sich die eigenen Finger. Braucht man etwa sechs „Schritte“ für die Länge einer Leiste und ist die „Schritt“-weite vom Zeigefinger bis zum Daumen bekannt (bei meiner Hand sind es 19 cm), so ergibt sich für die Länge der Leiste  $19 \text{ cm} \times 6 = 114 \text{ cm}$ . Das heißt: Aus dieser Leiste kann man mit Sicherheit ein Einzelteil von rund 1 m Länge herstellen.

Natürlich erhält man mit den Fingern keine genauen Längenangaben, aber man kann sich mit ihrer Hilfe orientieren, auch auf Karten, Plänen und Schemata. Streichhölzer können gleichfalls nützlich sein, wenn man ihre Länge und Dicke kennt.

Viele künftige Ingenieure und Mechaniker beginnen ihre technische Tätigkeit mit dem Modellbau. Oft müssen sie absolut gleiche Teile in großer Stückzahl herstellen, beispielsweise 20 bis 30 gleiche Flügelrippen für ein Flugmodell, eine Serie von Spanten für ein Schiffsmodell oder eine größere Anzahl von Winkelstücken und Klammern für verschiedene Verwendungszwecke.

Um nicht unnütz Zeit für das Anreißen jedes Einzelteils zu verlieren und um die Genauigkeit exakt einzuhalten, verwendet man Schablonen. Ihr könnt sie aus festem Karton, dünnem Blech oder Plast fertigen. Die vorgegebenen Abmessungen müssen dabei streng eingehalten werden. Sind die Schablonen fertig, so braucht ihr diese



Prototype nur noch auf das Material zu legen und die Figur nachzuzeichnen. Für das Anreißen benötigt ihr jetzt nur noch wenige Augenblicke, und die Mühe zusätzlicher Kontrollmessungen an den Bauteilen entfällt. Ihr legt den Prototyp einfach auf das Werkstück und seht sofort, wo noch etwas nachgefeilt oder nachgeschliffen werden muß.

Wenn der Lehrer zu den kleinen Kindern sagt: „Und jetzt nehmt den Federhalter und schreibt!“, so hat er meistens etwas sehr Wichtiges mitzuteilen. Danach schreibt der Lehrer es an die Tafel, und die Kinder schreiben es Wort für Wort in ihr Heft ab. Den etwas älteren Schülern diktiert er einfach die wesentlichsten Schlußfolgerungen. Für die erwachsenen Zuhörer schließlich gibt es kein spezielles Diktat mehr. Sie entscheiden selbst darüber, was aufgeschrieben werden muß und was nicht.

Hierbei tritt zunächst häufig ein Problem auf: Man versucht alles aufzuschreiben, schafft es aber nicht. Das jedoch bedeutet doppeltes Unheil: Indem man seine Aufmerksamkeit der Nachschrift widmet, kann man den Darlegungen des Vortragenden schlecht folgen. So hat man am Ende

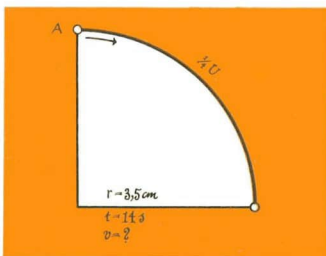
nicht alles aufgeschrieben und kann sich auch nur an die Hälfte des Ganzen erinnern.

Den älteren Kindern empfehle ich daher, vereinbarte Zeichen für eine verkürzte Darstellung zu erlernen und anzuwenden. Das ist natürlich keine Stenographie, aber bei einer gewissen Übung kann man eine fremde Rede auf diese Weise zwei- bis dreimal schneller niederschreiben als gewöhnlich.

Einige Beispiele sollen das veranschaulichen.

Der Lehrer sagt: „Der Punkt A durchläuft einen Bogen, der die Länge eines Viertelkreises hat, in einer Zeit von vierzehn Sekunden. Bestimme die Bahngeschwindigkeit des Punktes A für den Fall, daß der Kreisradius dreieinhalb Zentimeter lang ist.“

In einer vereinbarten Kurzschrift wird dieser Text wie folgt aussehen: A durchläuft  $U/4$ ,  $t = 14\text{ s}$ , ges.  $v$ , wenn  $r = 3,5\text{ cm}$ .

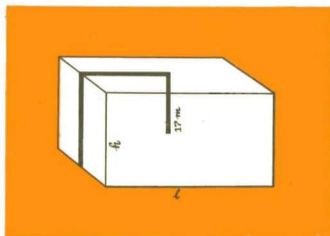


Bei dieser Art des Notierens ist es wichtig, die Bedeutung der vereinbarten Zeichen ständig beizubehalten (in unserer Aufgabe  $U$  = Kreisumfang,  $r$  = Kreisradius,  $v$  = Bahngeschwindigkeit); dasselbe gilt natürlich für die Einheiten beispielsweise  $\text{cm}$  = Zentimeter,  $\text{m}$  = Meter,  $\text{kg}$  = Kilogramm usw.). Dann wird man seine auf



diese Weise gemachte Notiz ebenso leicht lesen können wie eine ausführliche Niederschrift.

Ein anderes Beispiel: „Die Höhe eines Gebäudes beträgt neunundzwanzig Meter, seine Länge sechzig Meter. Es ist ein Fernsehkabel anzubringen, das am Giebel von unten senkrecht nach oben bis zur Dachkante verläuft, dann parallel zur Längswand bis zur Dachmitte und von dort aus siebzehn Meter nach unten zu führen ist. Berechne den Kabelverbrauch!“



Man zeichnet sofort ein Schema des Hauses. Die Höhe des Hauses wird mit  $h$ , seine Länge mit  $l$  bezeichnet. Die Länge des Kabels ist  $l_k$ . Hier sei noch daran erinnert, daß das Zeichen für senkrecht zueinander  $\perp$  und das Zeichen für parallel zueinander  $\parallel$  ist. Die ganze Aufgabe läßt sich dann in einer kleinen Zeichnung und in zwei Zeilen Text unterbringen.

Es ist sehr vorteilhaft, eine deutliche und leicht lesbare Handschrift zu haben.

Geht es um einen Worttext, so kann einem oft der gesunde Menschenverstand helfen, aus der Kombination benachbarter Zeichen zu erraten, welcher Buchstabe dargestellt sein soll: beispielsweise ein „m“, „n“, „u“ oder „v“. Schwieriger wird es, wenn man einen aus Zahlen bestehenden Text entziffern soll. Eine unordentliche Zwei

kann sehr leicht als Sieben angesehen, eine Drei als Acht oder Fünf gelesen werden.

Ich bitte euch sehr, bemüht euch um eine ordentliche Darstellung der Zahlen. Verwechselt man die Häuser mit den Nummern 3 und 8 in einer Straße, so ist das zwar unangenehm, muß aber noch keine schlimmen Folgen haben; eine elektrische Spannung von 20 Volt wird man jedoch auf keinen Fall ungestraft durch eine Spannung von 70 Volt ersetzen können.

## Kalenderblätter

### 12 000–7 000 v. u. Z.

Der Mensch bewaffnet sich mit Pfeil und Bogen. Die Pfeile sind mit Mikrolithen versehen (so bezeichnen Wissenschaftler Feuersteine, die als Pfeilspitzen oder Pfeileinlagen dienten und die sie an den Lagerstätten des Urmenschen in großer Menge gefunden haben)

### 7 000–4 000 v. u. Z.

Tongeschirr ist in Gebrauch. Beile, Meißel und Streitkolben aus Stein sowie Messer, Schaber und Pfeile aus Feuerstein werden in größerer Vielfalt hergestellt.

Neben Erdhöhlen errichtet sich der Mensch auch Pfahlbauten

### 4 000 v. u. Z.

In Ägypten stellt man Ziegel her, in Indien erfindet man den Wagen mit Rädern

### 4 000–3 000 v. u. Z.

Es werden erste Kupfergeräte hergestellt. Die vielseitige Verwendung der Steinwerkzeuge dauert an, aber daneben erlernt der Mensch die Kaltbearbeitung von Kupfer.

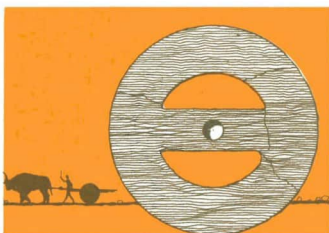
Stamphlembauten entstehen. In den Ländern Vorderasiens wird die Töpferscheibe verwendet

### 3 000–2 000 v. u. Z.

Sonnenuhren in Ägypten, Indien und China. Arbeitsgeräte und Waffen aus Bronze

### 2 000 v. u. Z.

Erfindung des Rades mit Nabe



### 1 400 v. u. Z.

In Armenien wird Eisen geschweißt und eine Methode zur Oberflächenhärtung gefunden

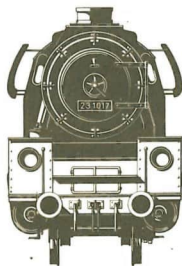
### 1 000 v. u. Z.

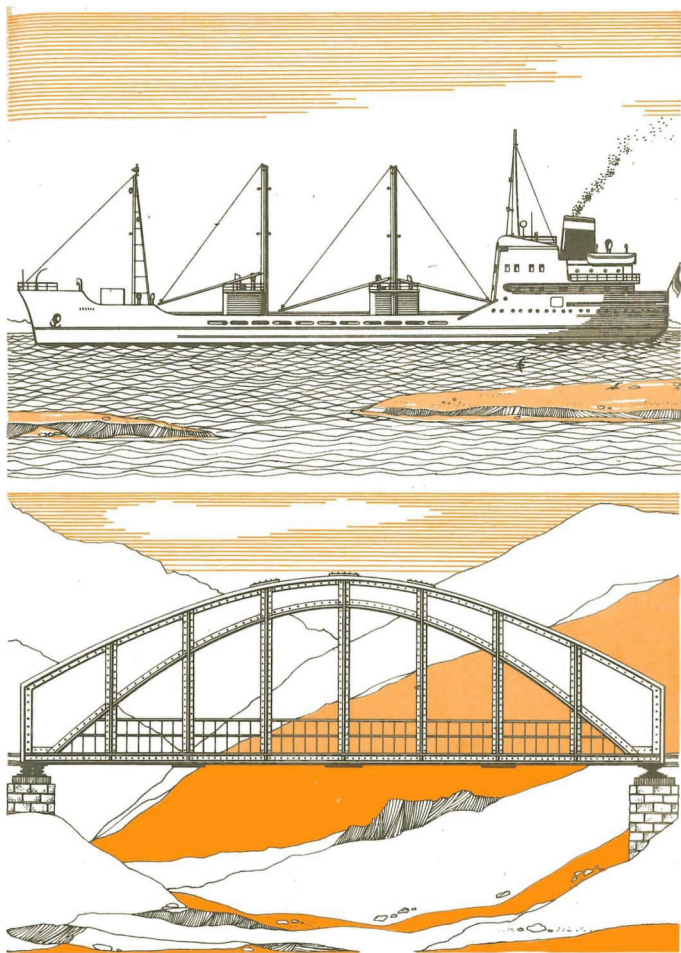
Beginn der Eisenzeit in Europa



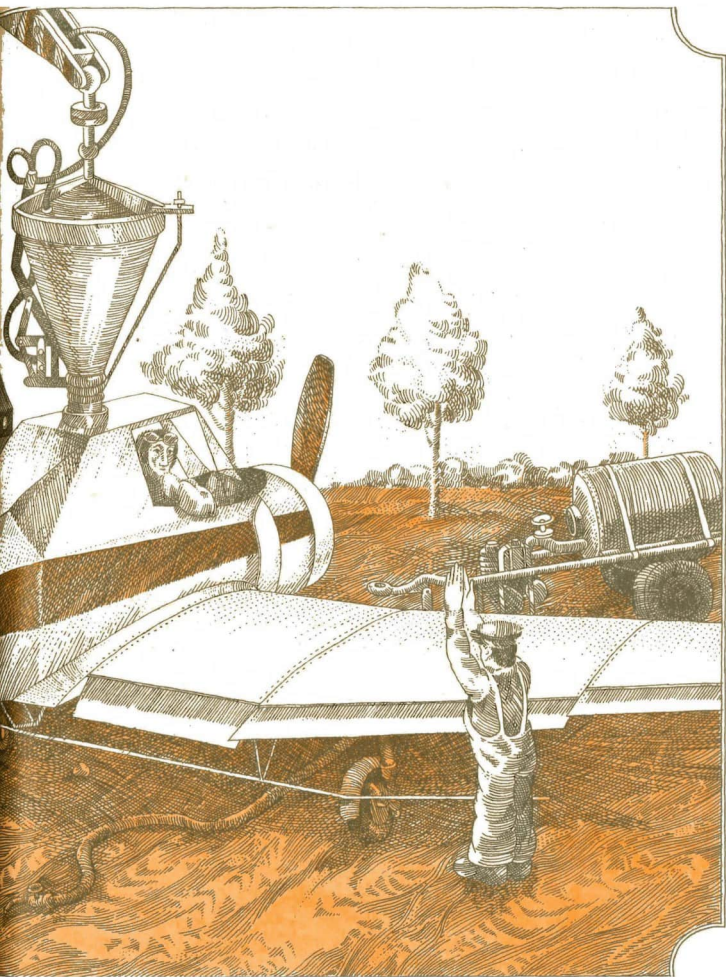
## Fragen ohne Antworten

1. Wieviel Kilometer sind gleich einer Seemeile?
2. Was ist ein Futter?
3. Welchen Kraftstoff verwendet man in Strahltriebwerken für Flugzeuge?
4. Warum werden stählerne Brücken nicht an beiden Seiten fest eingemauert, sondern an einer Seite auf Rollen gelagert?
5. Wer waren die Brüder Montgolfier, und wodurch sind sie bekannt geworden?
6. Welche physikalische Größe wird in Lux gemessen?
7. Auf welcher Strecke wurde 1830 in England die erste Dampfeisenbahn in Betrieb genommen?
8. Man sagt: „Die Wasserverdrängung des Schiffes beträgt 30 000 Tonnen.“ Was bedeutet das?
9. Warum hat der Panzer Ketten?
10. Was versteht man unter der Elastizität eines Stoffes?











## Zwei Begegnungen, die ich nicht vergessen kann

Ich hatte Glück, in meinem Leben bin ich sehr vielen Ingenieuren, Konstrukteuren und Erfindern begegnet. Meine Gesprächspartner waren sowohl sehr berühmte als auch gerade am Beginn ihrer Laufbahn stehende Erbauer von Maschinen. Ich habe diese Menschen aufmerksam betrachtet, ihnen zugehört und versucht, mir vorzustellen, was für ein Mensch ein richtiger Ingenieur sein muß. Das Problem erwies sich als durchaus nicht so einfach: Wahrscheinlich kennt die Welt keine zwei einander völlig gleiche Ingenieure, was natürlich ebenso auf jeden anderen Beruf zutrifft.

Hier möchte ich euch zwei außerordentlich bedeutende, aber gänzlich unterschiedliche Menschen vorstellen. Erwartet keine Biographien; ich gebe einzig und allein zwei private Unterhaltungen wieder, die bereits eine Reihe von Jahren zurückliegen.

Semjon Alexejewitsch Lawotschkin ist ein hervorragender Flugzeugkonstrukteur. Aus seinem Konstruktionsbüro sind in den Jahren des zweiten Weltkriegs die legendären Jagdflugzeuge La 5 und La 7, etwas später die La 9, La 11 und La 15 hervorgegangen.

Ich kam gegen Abend zu Semjon Alexejewitsch, zu ihm nach Hause. Folgendes Bild von ihm ist mir noch in Erinnerung: ein weißes gestiftetes Hemd mit aufgekrepelten Ärmeln, strahlend blaue breite Streifen an den Generalshosen, einen Schraubenzieher in den Händen. Das Fernsehgerät war in die Mitte des Zimmers geschoben

worden. Ein großer Spiegel stand irgendwie eigenartig im Raum, nicht mehr an seinem Platz. Ich konnte nicht sofort feststellen, womit sich Lawotschkin beschäftigte. Wie sich herausstellte, regulierte er das Fernsehgerät.

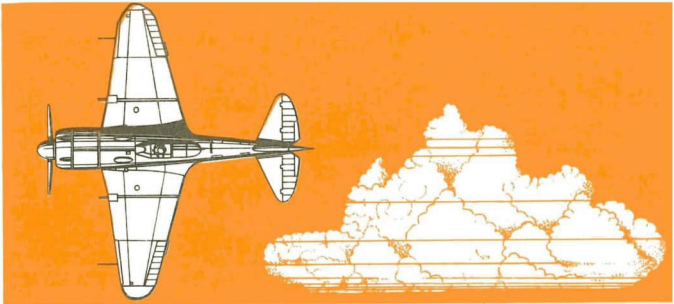
„Sehen Sie sich das an“, sagte Semjon Alexejewitsch, „die Knöpfe für die Abstimmung befinden sich an der Rückwand, das Bild natürlich an der Vorderseite! Da haben sich die Konstrukteure ja etwas einfallen lassen! Man muß sich anpassen – ich drehe und sehe in den Spiegel. So kann ich wenigstens sehen, wie sich das Bild verändert.“

Danach sprachen wir über den Beruf und darüber, was in der Arbeit eines Ingenieurs als das Wichtigste angesehen werden muß.

„Ein guter Ingenieur“, sagte Semjon Alexejewitsch, „unterscheidet sich von einem schlechten vor allem darin, daß er mehr weiß und mehr kann. Wenn ich sage ‚weiß‘, so habe ich nicht die Kenntnisse im Auge, die auf der Hochschule vermittelt werden, und selbst nicht die, welche einen hervorragenden Spezialisten ausmachen, sondern Wissen im weitesten Sinne. Wenn die Konstrukteure dieser ‚Maschine‘ – und dabei machte er eine Geste zum Fernsehgerät hin – „wenigstens annähernd etwas von dem bei der Konstruktion von Flugzeugkabinen angewandten Prinzip wüßten, hätten sie niemals so etwas gemacht. Worin besteht ihr Unglück? Sie haben zwar etwas für den Menschen gebaut, dabei aber nicht an ihn gedacht.“

Viel können bedeutet ebenfalls nicht, daß man nur in seinem engen Bereich etwas kann. Für einen Ingenieur, für jeden mit der Technik befaßten Menschen ist es von Nutzen, auch in den benachbarten Gebieten Bescheid zu wissen.“

Ich habe diese Worte des Generalkonstrukteurs Lawotschkin nach einer flüchtigen



Aufzeichnung wiedergegeben, die ich in einem alten Notizblock gemacht hatte. Ich erinnere mich, daß wir an diesem Abend lange über den Wirkungsbereich von Spezialisten sprachen. Später habe ich mir notiert:

„Der künftige Ingenieur muß sich beizeiten auf seinen Beruf vorbereiten. Etwa mit sieben Jahren. Sägen, hobeln, kleben. Er muß das Material fühlen. Mag er das Spielzeug kaputt machen. Hauptsache, er repariert es wieder. Die Neugier muß unbedingt entwickelt werden.

Die Straße entlang fährt eine Schneeräummaschine — das ist doch ein Wunder auf Rädern! Man muß sich über jedes Wunder freuen. Sonst wächst kein Ingenieur heran. Ein Ingenieur muß zeichnen lernen. Unbedingt! Aus ihm braucht kein Künstler zu werden. Wichtig ist, daß er seine Gedanken grafisch darstellen kann — denken in sichtbaren Bildern von nicht existierenden Gegenständen. Die Kühnheit des Denkens muß entwickelt werden. Ein Ingenieur soll Freude daran haben, bisher nicht eingeschlagene Wege zu betreten! Dort, wo bereits alles getan wurde und alles bekannt ist, gibt es nichts Neues mehr zu konstruieren und zu bauen. Dort sind nur Vervollkommnungen

möglich. Das Neue suchen, auf bisher unbekannten Wegen ...“

Das ganze Forscherleben Semjon Alexejeewitschs bestätigt die Richtigkeit der Worte: Neues auf bisher unbekannten Wegen suchen ...

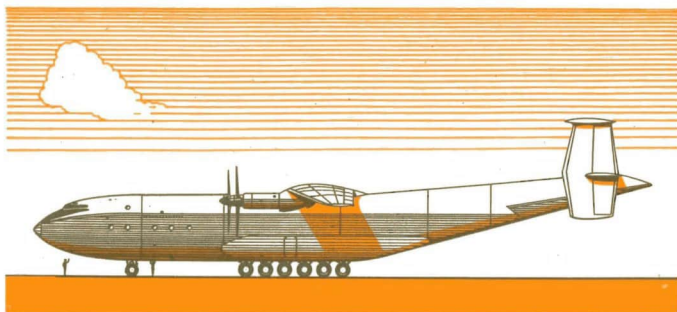
Und nun die zweite Begegnung.

Der Generalkonstrukteur für Flugzeuge Oleg Konstantinowitsch Antonow unterhielt sich in seinem Arbeitszimmer mit einem jungen Mitarbeiter. Sie sprachen über eine Hilfsausrüstung für das erprobte Flugzeug An2, das in der Landwirtschaft eingesetzt wird.

Oleg Konstantinowitsch reichte dem Ingenieur eine illustrierte Zeitschrift. Auf einem Foto war die An2 dargestellt: Zwei Menschen in weißen Kombinationen stiegen eine kleine Leiter hoch und schütteten ein Insektenvertilgungsmittel in den Bunker der Maschine. Die Menschen trugen Gasmasken. Die Bildunterschrift lautete: „Den Landarbeitern kam die geflügelte Verteidigung zu Hilfe.“

„Das kann man nicht ruhig mit ansehen. Man muß sich schämen“, sagte Oleg Konstantinowitsch. „Und es ist unökonomisch. Wir fliegen eine halbe Stunde, das Verladen dagegen dauert eine Stunde. Dazu in einer





Art und Weise, wie es bereits unsere Großväter hätten durchführen können. Flugzeug und Pferdefuhrwerk sind schlechte Partner. Wie sieht es mit einem automatischen Verladegerät aus?“

Der junge Ingenieur erklärte ausführlich und mit Würde, ein Verladegerät mit Transportschnecke hätte sich für Schüttgut als gar nicht so einfache Vorrichtung erwiesen. Die Arbeiten gingen langsamer voran, als man sich das wünschen könnte. Das ganze Unglück bestünde darin, daß keine Spezialisten für derartige Probleme vorhanden seien.

„Man muß bei Null beginnen. Man muß experimentieren, die verschiedensten Varianten erproben und dem gestellten Problem anpassen.“

Oleg Konstantinowitsch hörte geduldig zu. Nachdem der junge Ingenieur seine sachliche und sehr gründliche Mitteilung beendet hatte, antwortete er: „Fahren Sie zu den Müllern. Sie haben es ihr ganzes Leben lang mit Schüttgut zu tun. Beraten Sie sich mit ihnen. Ein guter Ingenieur muß wissen, wo er seinem Problem angepaßte Informationen erhalten kann. Und bitte, ohne Stolz – wir bauen Flugzeuge, hier aber müssen wir uns vor den Müllern verbeugen und sie um Auskunft bitten. Nur Dummköpfe und

völlig naive Menschen führen überflüssige Arbeiten aus.“

Der junge Ingenieur ging. Mir schien, daß er mit der Abschiedsrede seines Chefs nicht ganz zufrieden war (vielleicht habe ich mich aber auch geirrt). Wir jedoch setzten unser Gespräch fort, worüber ich mir die folgenden Notizen gemacht habe:

„Ein Ingenieur muß unbedingt über die neuesten Errungenschaften der Wissenschaft informiert sein. Nicht weniger wichtig ist es zu wissen, was vorher und nebenher gemacht worden ist. Ein Ingenieur muß auch Ökonom sein. Er muß wissen, was wie teuer ist und daß teuer und lange immer schlechter als billig und schnell ist.“

Ökonomische Probleme beschäftigten Oleg Konstantinowitsch besonders, und er erzählte ausführlich darüber, wie der Preis von Flugtickets für noch nicht gebaute Flugzeuge berechnet wird, deren Einsatz auf bisher noch nicht eröffneten Linien geplant ist. Er sprach über die günstigsten Abmessungen von Flugzeugrümpfen, die einmal solche Lasten zur Beförderung aufnehmen sollen, die nicht mit Eisenbahnwaggons transportiert werden können. Und dann änderte das Gespräch aus irgend einem Grund seine Richtung:

„Die Produktivität der Arbeit eines Ingenieurs sollte nicht in direkter Abhängigkeit von seinen Fähigkeiten gesehen werden. Ich begrüße Ingenieure, die sich dem Sport widmen, die angeln gehen, nach Höchstleistungen im Alpinismus streben. Körperliche und geistige Frische erhöhen die Qualität der Arbeit.

Trockene und träge Ingenieure sind bei weitem nicht die beste Variante. Und immer muß mit der Zeit gerechnet werden. Unbedingt! Das, was heute ausgezeichnet ist, wird morgen nur noch befriedigend sein und in einem Jahr mit großer Wahrscheinlichkeit sogar schlecht. Die Zeit ist kostbarer als Geld ...“

Dieses Gespräch hat vor langer Zeit stattgefunden. Als ich jedoch vor kurzem auf dem Feld des Flugplatzes die „ANTÄUS“ sah, eines der größten Flugzeuge der Welt, erinnerte ich mich an unsere Begegnungen und mir wurde klar: das Konstruktionskollektiv Oleg Konstantinowitsch Antonows hat nicht nur gelernt, die Zeit zu berechnen, zu schätzen und zu hüten, es hat sogar verstanden, diese Zeit zu überholen, ihr vorauszuweichen. Das ist ein schönes Beispiel für alle Ingenieure – für die heutigen und für die zukünftigen.

Und diese Worte Semjon Alexejewitsch Lawotschkins möchte ich euch ebenfalls nicht vorenthalten:

„Der Mensch kann sich seine Umwelt nicht aussuchen. Er kann sich aber etwas viel Wichtigeres auswählen – den Charakter. Ich bin davon überzeugt, daß der Mensch so sein kann, wie er sein möchte.

Man muß sich von Kindheit an daran gewöhnen, nicht vor Schwierigkeiten zurückzuschrecken und jede Sache zu ihrem Ende zu führen. Das wird zur Gewohnheit, und wenn man schließlich herangewachsen ist, besitzt man eine hervorragende Eigenschaft – Beharrlichkeit und Ausdauer.“

## Wie aber sieht es im täglichen Leben aus?

Mancher Leser wird vielleicht schon ungeduldig sein. „Alles, was Sie erzählen, ist für sich gesehen vielleicht ganz interessant und verdient allgemeine Beachtung: in die Vergangenheit blicken – warum soll man das nicht tun; das Fahrrad im direkten und indirekten Sinne nicht unterschätzen – auch das kann man zur Kenntnis nehmen; Zeichnungen lesen lernen, sich die Fähigkeit aneignen, technische Probleme zeichnerisch darzustellen – einverstanden. Trotzdem haben Sie uns noch nicht gesagt, womit man praktisch beginnen kann. Was soll man beispielsweise morgen tun?“

Diese Frage zu beantworten ist nicht leicht. Deshalb nicht, weil man eine Vorstellung davon haben muß, wem man einen Rat gibt. Was für den einen notwendig ist, kann für einen anderen völlig ungeeignet sein. Das Alter des Menschen, seine Allgemeinbildung, seine Neigungen, seine Charaktereigenschaften und eine Vielzahl anderer Faktoren wollen berücksichtigt sein.

Wenn ich im folgenden von der Diskussion allgemeiner Probleme zur Empfehlung absolut konkreter Dinge übergehe, muß ich vorbeugend sagen: Alle weiteren Darlegungen sind bei weitem keine genau berechnete Marschrichtung, sondern lediglich eine ganz grobe Abschätzung des Kurses.

Ich glaube, daß alle künftigen Techniker damit beginnen müssen, sich selbst zu festigen. Und je eher, desto besser. Die Zeit wartet nicht. Die Zeit verrinnt sehr schnell und läßt sich nicht wieder ersetzen. Verlorene Gelder kann man wieder erarbeiten,

eine nicht bestandene Prüfung wiederholen, ein mißlungenes Experiment ein zweites Mal durchführen. Nur eine verlorene Minute kann man nicht wieder herbeschaffen.

Sammelt Wissen! Welches? Jegliches Wissen! Ein Ingenieur muß unbedingt ein Mensch sein, der mit seinen Händen arbeiten kann. Lernt sägen, hobeln, löten, ein elektrisches Schaltschema aufbauen, ein Schloß oder Spielzeug reparieren, Scheiben einsetzen, Schuhsohlen aufkleben! Diese Aufzählung läßt sich beliebig fortsetzen. Je mehr ihr gelernt habt, mit euren Händen zu tun, um so besser.

Die Geschichte hat uns eine meiner Meinung nach großartige Begebenheit übermittelt, von der zu berichten mir gerade hier angebracht erscheint.

Man schrieb das Jahr 1776, als eines Tages ein gewisser Murdock in die Werkstatt von James Watt kam. Er trat von einem Fuß auf den anderen und fragte Watt schüchtern, ob er nicht einen Arbeiter brauche. Watt sagte, daß er keinen Arbeiter benötige.

Als Murdock gehen wollte, fragte Watt plötzlich: „Was haben Sie da in Ihren Händen?“

„Einen Kübel, Sir.“

„Einen Kübel? Woraus ist er hergestellt?“

„Aus Holz, Sir.“

„Woher haben Sie ihn?“

„Ich habe ihn auf der Drehmaschine hergestellt, Sir.“

„Wo haben Sie gelernt, auf einer Drehmaschine zu arbeiten?“

„Zu Hause, Sir. Die Drehmaschine habe ich auch selbst gebaut.“

Murdock verließ die Werkstatt Watts nicht, er blieb hier, für sein ganzes Leben. Seine Hände haben fast alle Maschinen und Mechanismen gebaut, die Watt erfunden hat. Watt war ein genialer Schöpfer, Mur-

dock ein hochtalentierter Vollstrecker; die Meisterschaft Murdocks ergänzte die Arbeit Watts in idealer Weise.

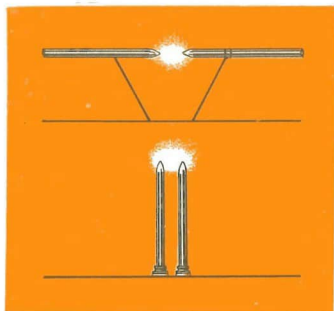
Dmitri Iwanowitsch Mendejew verstand und liebte die Anfertigung ausgezeichneter Koffer. Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski führte gern die unterschiedlichsten Schlosserarbeiten aus und konnte sich durchaus mit einem Berufsschlosser messen. Akademiemitglied Iwan Ludwigowitsch Knunjanz, einer unserer Zeitgenossen, ist ein hervorragender Restaurator alter Möbel.

Was könnt ihr aus alledem für euch entnehmen? Jede Arbeit so auszuführen, daß ihr zu Beginn eine klare Vorstellung davon habt, wie das Ergebnis eurer Bemühungen aussehen soll. Sägt nicht nach Augenmaß, sondern arbeitet streng nach einer vorher angefertigten Zeichnung! Gewöhnt euch daran, eine einmal begonnene Sache unbedingt zu Ende zu führen! Und wenn es euch einmal sehr schwer fallen sollte, ein kompliziertes Einzelteil auf die richtigen Maße zu bringen, so tröstet euch damit, daß auch anderen vor euch nichts auf Anhieb gelungen ist.

Thomas Alva Edison liebte es zu sagen, daß das Erfindungswesen zu 99 Prozent aus Schweiß und zu 1 Prozent aus Eingebung bestehe. Der Mensch, der auf der Suche nach dem geeigneten Material für den Glühfaden der elektrischen Glühlampe 6000 Materialien untersuchte, hatte ein Recht zu einer solchen Behauptung.

Und die Erfahrungen Rudolf Diesels und Nikolaus Ottos, die jahrelang an ihren Motoren bauten, hundertmal dasselbe Einzelteil umarbeiteten, rastlos nach neuen Varianten suchten, bestätigen ebenfalls die Worte Edisons.

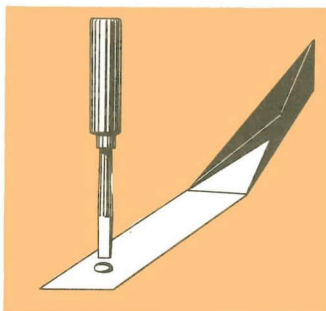
Schließlich Pawel Nikolajewitsch Jablotschkow: Seine Idee, den Lichtbogen für eine Lampe auszunutzen, ließ sich sofort ver-



wirklichen. Es ergab sich aber eine Schwierigkeit. Die mit den Enden zueinander angeordneten Elektroden brannten relativ schnell ab. Dabei vergrößerte sich natürlich der Abstand zwischen den Elektrodenenden, und der Lichtbogen erlosch. Zwar waren verschiedene Materialien als Elektroden verwendbar, die einen besser, die anderen schlechter, aber keines befriedigte Jablotschkow vollauf. So suchte er nach immer neuen Materialien und erprobte sie.

Die Legende berichtet, daß er, schon ganz verzweifelt, einmal in einem Pariser Café saß und mit zwei Bleistiften spielte. „Das geht nicht, das geht nicht ... Aber wenn, ja wenn ...“ Er stellte die Bleistifte senkrecht, näherte beide einander, und ihm war sofort klar, daß er die Lösung gefunden hatte.

Zwar mußte noch ein spezielles Material für den Elektrodenmantel – ein langsam schmelzender Isolator – gefunden werden, damit der Bogen nicht an den Elektroden abwärts gleiten konnte, es mußte auch ein Wechselstromgenerator geschaffen werden, damit die Elektroden mit gleicher Geschwindigkeit abbrannten, aber das waren Einzelheiten. Das Wichtigste war die mit Hilfe der Bleistifte gefundene Idee, die Elektroden parallel anzuordnen.



Wenn wir erfolgreich arbeiten wollen, müssen wir ständig Erfahrungen sammeln. Sie helfen uns, viele Probleme einfacher und schneller zu lösen. Einige bescheidene Beispiele:

Wie oft kommt es vor, daß es einem nicht gelingt, eine winzige Schraube in ein Gewinde zu drehen; sie entgleitet immer im entscheidenden Augenblick den Fingern. Ein kleiner Trick schafft Abhilfe: Ihr nehmt ein Stückchen steifes Papier und drückt das Ende der Schraube hindurch. Zusammen mit dem Papier, an dem ihr wesentlich besser anfassen könnt, dreht ihr nun die Schraube ein bis zwei Umdrehungen in das Gewinde hinein, bis sie Halt gefunden hat. Dann entfernt ihr das Papier wieder.

Ihr streicht eine Wand, eine Schranktür oder irgendeine andere senkrecht stehende Fläche mit Farbe und stellt dabei fest, daß ein Großteil der Farbe an euren Händen haftet. Denkt darüber nach, wie man die Technologie verbessern kann! Und wenn euch dabei vielleicht einfällt, die Hälfte eines alten Tischtennisballs auf den Pinselstiel zu schieben und damit eure Hände vor der Farbe zu schützen, so habt ihr eine zwar kleine, aber doch sehr wertvolle Entdeckung gemacht.

Wenn man ein großes Brett mit einem Fuchschwanz zersägt, verklemmt sich oft das Sägeblatt. Haltet ihr die beiden Bretzteile am Anschnitt mit einer Klammer zusammen, vermeidet ihr diese Schwierigkeiten.

Ihr könnt euch die Bearbeitung kleiner und kleinster Einzelteile sehr erleichtern, wenn ihr das Schmirgelpapier in einem alten Rasierapparat befestigt.

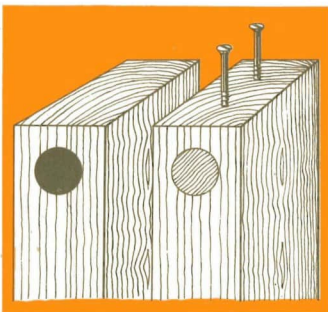
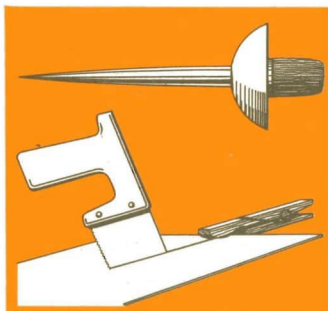
Wollt ihr an der Stirnseite eines Brettes Schrauben eindrehen, so kann es leicht geschehen, daß sie keinen festen Halt finden. Es empfiehlt sich daher, parallel zur Stirnseite zunächst ein Loch durch das gesamte Brett zu bohren und dort einen runden Dübel einzusetzen. Wenn ihr nun die Schrauben hineindreht, finden sie im Dübelholz den nötigen Halt.

Das mag genügen. Verallgemeinernd kann man sagen, daß es dem Menschen nur dann gelingt, erfolgreich zu arbeiten, das Leben zu verbessern und neue Wege in der Technik zu beschreiten, wenn er den bisherigen Erfahrungsschatz nutzt, auch Kleinigkeiten beachtet und sich immer neue Wissensgebiete erschließt.

Erfahrungen könnt ihr auf mancherlei Weise sammeln: wenn ihr der Arbeit von Meistern zuseht, Bücher lest und insbesondere Nachschlagewerke befragt, vor allem aber, wenn ihr selbst arbeitet und gute Lösungen für Probleme findet. Und ganz gewiß lernt ihr auch aus Fehlern und Fehlschlägen.

Wie speichert man Erfahrungen? Keinesfalls dürft ihr euch aufs Gedächtnis verlassen. Es versagt nur allzuoft seinen Dienst. Am besten, ihr gewöhnt euch daran, Notizbücher zu führen oder – noch besser – mit Karteikarten zu arbeiten. Dort notiert ihr alles, was euch des Festhaltens wert erscheint, und ergänzt die Notiz, wenn nötig, mit einer Skizze.

Allmählich wird sich eine Menge nützlicher



und sicher sehr verschiedenartiger Kenntnisse ansammeln. Damit ihr rasch findet, was ihr sucht, müßt ihr eure Notizen systematisieren. Etwa so: Alles, was mit dem Gebrauch von Schlosserwerkzeug – Schraubstöcken, Feilen, Sticheln und dergleichen – zu tun hat, kommt entweder in einen nur dafür bestimmten Teil des Notizbuches oder in eine spezielle Kartei; alles, was Malerarbeiten betrifft – Grundierung, Spachteln, Verdünnen von Farben, Zusammensetzung von Lacken und so weiter – in einen anderen Teil ...

Das Sammeln, Systematisieren und Verall-



gemeinern von Erfahrungen macht euch zugleich mit einer der wichtigsten Formen moderner wissenschaftlich-technischer Tätigkeit vertraut: der Arbeit mit der Information.

Studiert die Gegenstände, die euch täglich umgeben! Versucht, das Wesen ihres Aufbaus festzustellen und zu verstehen. Warum ich das für wichtig halte, will ich erläutern. Jeder Ingenieur, jeder Techniker, jeder Erfinder, der etwas Neues schaffen möchte, wird dennoch nicht danach streben, alles vollkommen neu zu erfinden, sondern erfolgreiche Lösungen seiner Vorgänger mit zu verwenden, fertige und vielleicht in Serie produzierte Einzelteile einzusetzen und auf bewährte Prinzipien zurückzugreifen. Das ist billiger, zweckmäßiger und führt schneller zum Ziel. Deshalb müßt ihr beizeiten *sehen* lernen, je früher, um so besser.

Beginnt ihr mit einem neuen Vorhaben, so versucht, das Problem nach einem bestimmten Schema zu lösen. Nehmen wir einmal an, ihr hättet die Absicht, ein gewöhnliches Fahrrad mit einem Motor auszurüsten. Bevor ihr damit anfangt, das erforderliche Material zusammenzutragen, müßt ihr erst einmal Klarheit gewinnen, was alles ihr benötigt und welche Abmessungen die einzelnen Teile haben müssen. Dabei vergeßt nicht, euch die Erfahrung anderer zu nutzen zu machen. Seht euch an, wie sie diese Aufgabe gelöst haben, aber übernehmt ihre Lösungen nicht kritiklos. Das bewahrt euch vor der Wiederholung ihrer Fehler.

Nach diesen Vorbereitungen ist ein Plan der weiteren Arbeiten aufzustellen. Zeichnet genau auf, wie eure Konstruktion aussehen soll, und stellt die fehlenden Teile nach vorheriger Berechnung gesondert dar. Wenn ihr euch davon überzeugt habt, daß alles richtig ist und die Einzelteile zueinander passen, könnt ihr mit der praktischen Verwirklichung beginnen.

Versucht man, diese Hinweise zu verallgemeinern und zu erweitern, so ergibt sich folgendes Schema:

1. eine vorläufige Lösung finden
2. notwendige Informationen sammeln und einschätzen
3. die endgültige Lösung festlegen
4. Konstruktion erarbeiten und Berechnungen vornehmen
5. die Einzelheiten der Lösung präzisieren
6. alle für die praktische Arbeit notwendigen Dinge vorbereiten
7. die erdachte Konstruktion verwirklichen.

Das vorgeschlagene Schema ist natürlich nicht für alle Fälle gültig, aber es zeigt, wie man an die Lösung eines Problems systematisch herangehen kann. Dennoch gibt es einige Empfehlungen, die ihr beim Beginn einer Arbeit auf alle Fälle beachten solltet. Ich lege sie vor allem jenen ans Herz, die Zeit sparen wollen, um mehr zu schaffen als bisher. Die Empfehlungen sind einer wissenschaftlichen Quelle entnommen und stimmen mit allem bisher Gesagten überein.

*Erste Empfehlung* Um nicht unnütz Zeit zu verlieren, muß man unbedingt von Anfang an wissen, was man erreichen möchte. Mit anderen Worten, bevor man mit der Bearbeitung eines beliebigen Problems beginnt, ist das Ziel möglichst genau zu umreißen.

*Zweite Empfehlung* Es muß stets das Hauptproblem festgelegt werden, auf dessen Lösung alle Anstrengungen zu konzentrieren sind. Gibt es mehrere „Hauptprobleme“, so sollte man sie numerieren, damit man sich nicht verzettelt. Zunächst bearbeitet man das Problem Nr. 1, und erst dann, wenn es endgültig gelöst ist, geht man zu Nr. 2 und später zu Nr. 3 über.

*Dritte Empfehlung* Für jede Arbeit legt man eine Frist fest: eine Stunde, einen Tag, eine



Woche oder einen Monat (je nach Schwierigkeit und Umfang der Aufgabe). Diese Zeiten sollte man streng einhalten.

*Vierte Empfehlung* Wenn man weiß, daß man nicht in der Lage ist, eine Arbeit zu bewältigen, darf man niemals sagen: „Ich bemühe mich; ich probiere es; ich glaube, daß es möglich ist; falls ich es kann, will ich die Arbeit ausführen.“ Obwohl schon seit langem bekannt ist, daß „ja“ sagen leichter ist als „nein“ sagen, muß man „nein“ sagen können, entschlossen und standhaft.

*Fünfte Empfehlung* Selbst wenn man ein gutes Gedächtnis hat, ist es besser, sich nicht darauf zu verlassen. Eine kurze Notiz kann einem viele Stunden Zeit sparen.

*Sechste Empfehlung* Aufmerksames Zuhören kann vor Rückfragen und Fehlern bewahren. Jeder Fehler und seine Korrektur bedeuten verlorene Zeit.

*Siebente Empfehlung* Es ist ratsam, immer einen gewissen Vorrat an „Verbrauchsmaterial“ zur Hand zu haben. Um beispielsweise Bleistift, Heft, Leim und Tinte gleichzeitig zu kaufen, braucht man wenige Minuten. Kauft man aber alles einzeln ein, benötigt man dafür ein Vielfaches an Zeit.

*Achte Empfehlung* Es lohnt sich, Freizeitreserven aufzuspielen. In der Zeit, die das Teewasser bis zum Sieden braucht, kann man Gymnastik treiben; in der Zeit, die man in einem öffentlichen Verkehrsmittel verbringt, kann man lesen.

*Neunte Empfehlung* Es ist klug, eine Arbeit niemals nach dem Prinzip „So machen es alle“ zu verrichten. Wenn ein Freund dazu bereit ist, zwei Stunden beim Kartenspiel zu verbringen, so ist das kein Argument dafür, daß man alles liegen läßt und ihm Gesellschaft leistet. Das bedeutet natürlich

nicht, daß man sich nicht erholen oder von Zeit zu Zeit die Beschäftigung wechseln soll.

*Zehnte Empfehlung* Man darf sich nicht schämen zu sagen: „Ich habe momentan keine Zeit“, falls man tatsächlich mit einer Arbeit beschäftigt ist. Selbst die besten Freunde dürfen nicht über unsere Zeit verfügen.

## Zum Überlegen und Lösen

26. Wodurch unterscheidet sich ein Verbindungsbolzen von einer Verbindungsschraube?

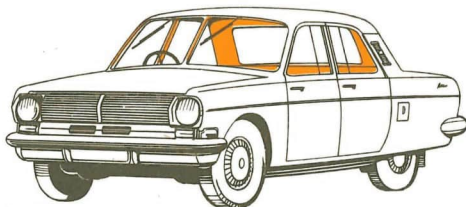
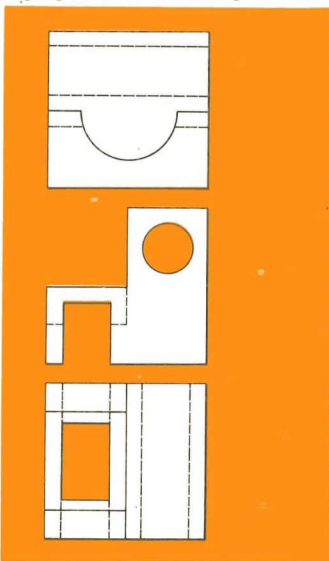
27. Was für eine Vorrichtung ist eine Meßschraube?

28. In der Darstellung des Autos vom Typ „Wolga“ (Bild unten) sind 10 Fehler enthalten. Versuche, diese Fehler möglichst schnell zu finden!

29. Du sollst einen rechten Winkel konstruieren, beispielsweise zur Markierung eines Volleyballfeldes. Es sind weder Lineal, noch Zirkel, noch Winkelmaß vorhanden, lediglich ein Seil und einige Holzpflocke.

Um dir eine kleine Hilfe zu geben, laß dir sagen: Die alten Ägypter konnten diese Aufgabe lösen und hielten sie für nicht sonderlich schwierig. Kannst du sie auch lösen?

30. In der Abbildung sind drei Ansichten eines Körpers dargestellt: von vorn, von der Seite und von oben. Zeichne die Figur in perspektivischer Darstellung!



31. Betrachte eine Minute lang die im Quadrat (Bild rechts) enthaltenen Wörter! Dann bedecke das Quadrat und versuche, möglichst viele dieser Wörter auf ein Blatt Papier zu schreiben! Wenn du mehr als die Hälfte der Wörter aufschreiben kannst, hast du ein gutes Gedächtnis.

32. Ohne Zweifel gilt das Hebelgesetz überall – und man kann sowohl einer Masse von 5 kg als auch der von 10 kg mit einer Masse von nur 1 kg das Gleichgewicht halten. Es kommt dabei nur auf das Verhältnis der Länge der Hebelarme an. Wenn zum Beispiel der eine Hebelarm fünfmal länger ist als der andere, so kann auch die eine Masse fünfmal so groß sein wie die andere. Das ist mit Sicherheit so.

Warum irrte sich dann aber Archimedes, als er behauptete, daß er nur einen geeigneten Auflagepunkt brauche, um die Welt aus ihren Angeln zu heben?

33. Betrachte die hier abgebildeten drei Fahrräder und beantworte folgende Frage:

Kann man mit diesen Maschinen fahren, und wenn ja, in welche Richtung?

34. In einem Gartenschuppen war ein Fenster von 0,5 m Höhe und 0,5 m Breite. Der Besitzer entschloß sich, den Schuppen in eine Laube umzubauen, und bestellte einen Tischler, der ihm das Fenster umbauen sollte. Er sagte zu ihm: „Machen Sie das Fenster zweimal so groß!“ Der Tischler führte die Bestellung aus. Nach der Umarbeitung war das Fenster zweimal so groß, obwohl die Höhe und die Breite dieselben geblieben waren – das Fenster war 0,5 m hoch und 0,5 m breit. Wie löste der Tischler die Aufgabe?

35. Kannst du ein Faß auf die Ladefläche eines Fahrzeugs rollen, ohne es mit



den Händen zu berühren? Das ist kein Zauberkunststück und auch kein Trick. Fässer werden gerollt, ohne sie mit den Händen zu berühren. Warum?

36. „Hurra, ich werde wieder gesund!“ sagte jemand erfreut. „Heute habe ich eine Temperatur von siebenundneunzig Grad!“

Ist so etwas möglich? Und wenn ja, in welchem Land?

37. Vielleicht hast du schon einmal gesehen, wie Kraniche fliegen. Sie ordnen sich ungewöhnlich exakt zu einem schiefen Keil und halten dabei streng die Abstände ein. Wie sie diese Fähigkeit zum Gruppenflug erreichen, ist ein Geheimnis, das der Mensch bisher nicht aufklären konnte. Versuche aber einmal zu erklären, worin der Sinn der Flugordnung der Kraniche besteht!



38. In einem Expeditionsbericht fand sich die folgende Zeile: „Als das Thermometer  $86,6^{\circ}\text{C}$  anzeigte, begann das Wasser im Kessel zu kochen...“ Wo konnte sich diese Expedition befunden haben?

39. Drei befreundete Jungen sprachen über Probleme der modernen Luftfahrt und erwähnten schließlich den Begriff „Schallgeschwindigkeit“. Dabei behauptete Kolja, daß sich der Schall in der Luft mit 319 Metern in der Sekunde ausbreitet.

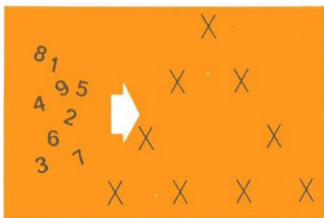
Witja sagte: „Nicht mit 319, sondern mit 332 Metern in der Sekunde!“

„Ihr habt beide keine Ahnung! Die Geschwindigkeit, mit der sich der Schall in der Luft ausbreitet, beträgt 343 Meter je Sekunde. Das ist der genaue Wert!“ sagte Oleg.

Welcher der Jungen hatte recht, welcher von ihnen hatte sich geirrt?

40. Es gilt  $48 \cdot 159 = 7632$ . Das Ergebnis ist richtig, das kann man leicht nachprüfen; es liegt kein Fehler vor. Interessant dabei ist die folgende Frage: Worin liegt die Besonderheit dieses Beispiels einer Multiplikation?

41. Über jedes Kreuz ist eine der angegebenen Zahlen zu schreiben, und zwar so, daß ihre Summe längs jeder Seite des Dreiecks den Wert 20 ergibt. Hast du die Lösung gefunden, so ordne dieselben Zahlen in der Weise an, daß ihre Summe jeweils 17 beträgt!



42. Nimm zwei Münzen: eine zu fünf Pfennigen und eine zu einer Mark! Dann leg die Fünfpfennigmünze auf ein Stück Papier und umfahre mit einem Bleistift den Rand der Münze! Schneide danach die entsprechende Kreisfläche aus dem Papier aus!

Jetzt versuche, die folgende Frage zu beantworten: Geht das Einmarkstück durch dieses Loch hindurch? Probiere einmal,

ob es sich durch das Loch von der Größe eines Fünfpfennigstückes hindurchschieben läßt! Bestätige das Resultat des Experiments durch eine Rechnung!

43. Vor dir liegt eine Fotografie von dir: Du lehnst an einem Baum. Wie läßt sich die Höhe des Baumes ermitteln, vor dem du stehst?



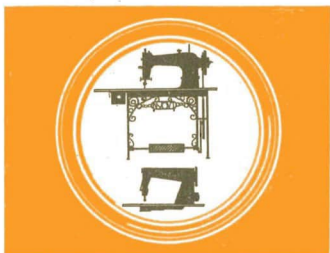
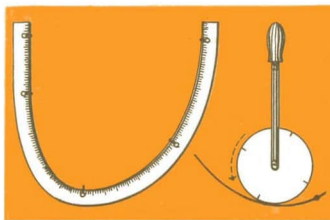
## Kleine Ratschläge

In der Technik hat man es oft mit Kurven zu tun. Eine Kurve kann zum Beispiel die Krümmung eines Bootsspanns oder das Profil eines Tragflügels beschreiben. Solche Kurven zeichnet man mit Hilfe des Kurvenlineals oder einer Schablone. Wie aber zeichnet man eine Kurve, wenn man diese Hilfsmittel nicht zur Hand hat?

Hier ein einfaches Verfahren: An vorgegebene Kontrollpunkte der Kurve schlägt man dünne Nägel in das Material (Holz, Pappe oder dergleichen), auf das die Kurve gezeichnet werden soll. Dann preßt man ein Stahl- oder Kunststofflineal an die Nägel, wie das die Abbildung zeigt. Nun fährt man mit einem Bleistift am Lineal entlang und erhält so die gewünschte Kurve.

Für das Messen der Kurvenlänge kann man sich selbst eine Vorrichtung bauen: eine kreisförmige Scheibe (dicker Karton, Sperrholz oder Plast) mit einem Durchmesser von 32 mm, die so an einem Holzgriff befestigt wird, daß sie frei um ihre Achse drehbar ist. Die Scheibe erhält am Rand vier Markierungen, dann ist das Meßgerät fertig. Man kann mit ihm jede beliebige Kurve abfahren. Eine volle Umdrehung der Scheibe entspricht einer Strecke von 100,48 mm, also rund 10 cm. Die Markierungen am Scheibenrand erlauben das Messen auch kleinerer Längen.

Mit dem Kurvenmeßgerät können wir auch die Länge einer Wanderroute nach der



Karte bestimmen. Ist der Maßstab der Karte bekannt, läßt sich leicht errechnen, wie vielen Kilometern eine Umdrehung der Scheibe entspricht.

Bei einem Maßstab der Karte von 1 : 200 000 (1 cm auf der Karte entspricht 2 km) gilt 1 Umdrehung  $\triangleq$  20 km; bei einem Maßstab von 1 : 500 000 (1 cm entspricht 5 km) gilt 1 Umdrehung  $\triangleq$  50 km; bei einem Maßstab von 1 : 1 000 000 (1 cm entspricht 10 km) gilt 1 Umdrehung  $\triangleq$  100 km.

Heute besitzen viele Menschen einen Fotoapparat. Meistens fotografieren sie ihre Freunde, Landschaften, Tiere oder interessante Szenen aus dem täglichen Leben. Selten richten sie ihre Objektive auf Maschinen. Ist es aber nicht ebenso interessant, Aufnahmen von Maschinen

zusammenzustellen? Wenn man dann noch jede abgebildete Maschine mit ihren technischen Daten versieht, ergibt sich ein kleines Archiv. Sammelt solche Fotos und studiert die auf ihnen abgebildeten Objekte! Vergeßt dabei nicht die Maschinen des täglichen Lebens. Wenn ihr euch beispielsweise einmal anschaut, wie die Nähmaschine in den letzten 50 Jahren ihr Äußeres verändert hat, könnt ihr auch manches über Formgestaltung lernen.

Sicher habt ihr davon gehört, daß es eine Organisationswissenschaft gibt; sie beschäftigt sich mit der wissenschaftlichen Organisation der menschlichen Arbeit. Die Fachleute dieses neuen und sehr wichtigen Gebietes haben bei ihren Forschungen viele interessante und häufig unerwartete Ergebnisse erzielt. Untersuchungen haben ergeben, daß zum Beispiel Viehzüchter jährlich viele Dutzende Kilometer Wege einsparen, wenn sie ihre Arbeitsgeräte vernünftig, dem Arbeitsablauf entsprechend, anordnen.

Der Arbeiter an einer Werkbank kann bei durchdachter Anordnung seiner Werkzeuge in einer Schicht sehr viel mehr schaffen und wird dabei nur halb so ermüden. Selbst die Farbe der Wände und der Werkbänke ist für die Arbeitsproduktivität von Bedeutung. Man brauchte in einer Werkstatt nur die gesamte Ausrüstung von mattgrau auf hellgelb und die Wände von blau auf hellgrün umzustreichen, um die Jahresproduktion merklich zu erhöhen und die Ausschußquote zu senken.

Das sind Tatsachen. Nun denkt einmal darüber nach, wie ihr eine Arbeit organisiert! Und vergeßt nicht, daß eine richtig auf den Tisch gestellte Leuchte (links und etwas vor dem Blatt oder Buch), beizeiten in der erforderlichen Reihenfolge hingelegte Lehrbücher und Hefte, vor Beginn



des Unterrichts vorbereitete Hilfsgeräte (Lineale, Winkelmesser, Reißzeug, gespitzte Bleistifte) Zeit einsparen sowie Fehler und Fehlschläge vermeiden helfen.

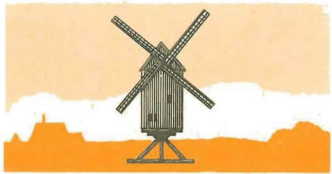
Bei handwerklichen Arbeiten ist eine richtige Arbeitsorganisation von noch größerer Bedeutung. Deshalb sollte sich jeder von Anfang an um sie bemühen und sie ständig zu verbessern suchen.

Jeder weiß, was ein Entwurf ist: eine erste Skizze, eine erste Rechnung, eine erste Textvariante. Manch einer meint, ein Entwurf sei kein Entwurf, wenn dieser nicht viele Korrekturen enthalte. Entwürfe werden mitunter so nachlässig geschrieben, daß sich selbst der Verfasser nicht mehr durchfindet. Vorläufige Notizen müssen gewiß nicht in Schönschrift zu Papier gebracht werden, aber es empfiehlt sich, die Notizen durchnummerieren oder durch Pfeile ihre Reihenfolge anzudeuten. Diese Methode erweist sich dann als nützlich, wenn man seinen schriftlich niedergelegten Gedankengang noch einmal von Anfang bis Ende verfolgen will.

## Kalenderblätter

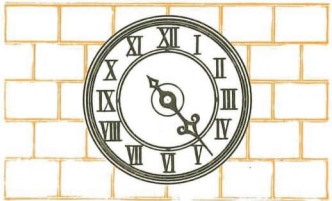
### 10. Jahrhundert

Im Orient werden Windmühlen gebaut, später auch in Europa. Zwar findet man heute kaum noch Windmühlenflügel, die sich im Winde drehen, aber die Idee, den Wind auszunutzen, ist nicht verlorengegangen: An der Entwicklung effektiver Windmotoren wird auch gegenwärtig gearbeitet



### 12.—13. Jahrhundert

Erster Hinweis auf den Kompaß in Europa. Erfindung mechanischer Turmuhren mit einem Zeiger



### 14. Jahrhundert

Bau der ersten Seidenspinnmaschinen

**1445**

J. Gutenberg erfindet in Mainz den Buchdruck mit beweglichen gegossenen Lettern. Erste Hochöfen in Europa



**1510**

P. Henlein baut die erste Taschenuhr, das „Nürnberger Ei“. Erste Erwähnung einer Papiermühle in Rußland

**1564**

Das erste datierte russische Buch, „Apostol“, wird im Moskauer Druckhof durch I. Fjodorow und P. Mstislawez herausgegeben

**1586**

Der Gießer A. Tschochow gießt die Zarpuschka (Kanone) für den Moskauer Kreml

**1610**

G. Galilei baut nach Anregungen durch holländische Fachleute das erste Fernrohr



**1619**

D. Dudley erhält ein Patent für die Herstellung von Roheisen unter Verwendung von Steinkohle

**1642**

B. Pascal konstruiert die erste Addiermaschine; sie ist das ferne Urbild des modernen Tischrechners

**1650**

O. von Guericke erfindet die Luftpumpe (Experimente mit den „Magdeburger Halbkugeln“) und die Elektrisiermaschine

**1690**

D. Papin konstruiert eine Dampfmaschine mit Kolben und Zylinder; später baut er ein Dampfschiff

**1698**

T. Savery baut eine Dampfmaschine zum Abpumpen des Wassers aus Schächten

**1711**

Th. Newcomen erfindet die atmosphärische Dampfmaschine für Schachtpumpen

**1718–1729**

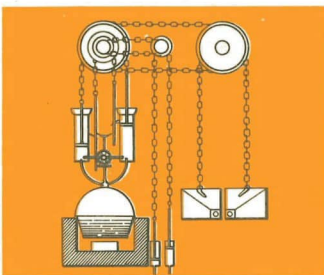
A. K. Nartow baut Kopierdrehbänke mit mechanischem Support

**Mitte des 18. Jahrhunderts**

Erhöhtes Interesse für die Erscheinungen der natürlichen Elektrizität; viele Experimente und Untersuchungen werden durchgeführt

**1763**

I. I. Polsunow entwickelt das Projekt für eine universelle Wärmekraftmaschine





**1764**

J. Hargreaves erfindet die Spinnmaschine

**1765**

I. I. Polzunow baut eine atmosphärische Dampfmaschine für den Einsatz in Fabriken

**1769**

J. Watt erhält ein Patent für die Dampfmaschine; in den Straßen von Paris wird ein Dampfswagen nach der Konstruktion von Cugnot vorgeführt

**1783**

Die Brüder Montgolfier führen den ersten bemannten Flug mit einem Heißluftballon durch (Bild oben)

**1797**

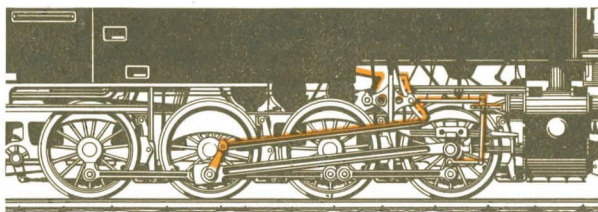
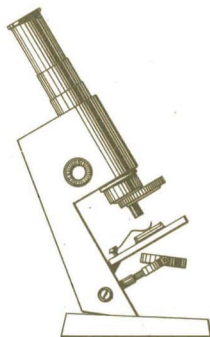
H. Mandslay konstruiert die Metaldrehbank (Support mit Schraubspindel)

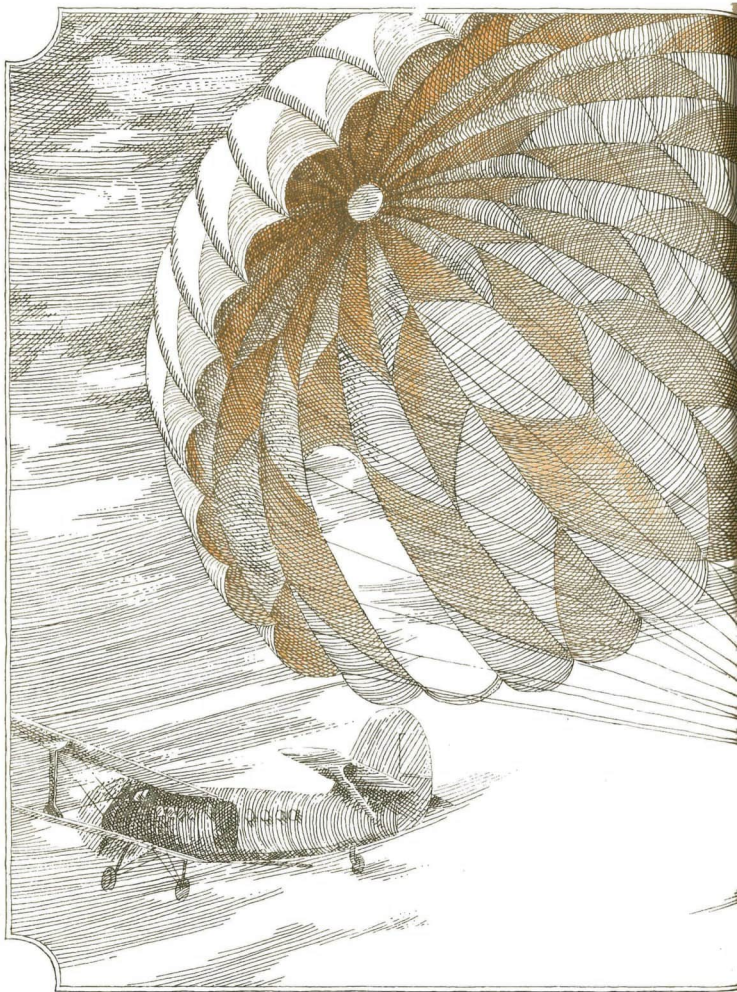
**1802**

W. W. Petrow baut die damals größte Voltsäule und beobachtet elektrische Erscheinungen

## Fragen ohne Antworten

1. Wie kann man ein Ei, das sich in einem Gefäß mit Wasser befindet, zum Auftauchen bringen, ohne dabei das Ei oder das Gefäß zu berühren?
2. Wo werden Transportschnecken eingesetzt?
3. Wie viele Zellen sind in einer Flachbatterie (4,5 Volt) enthalten, und wie sind sie elektrisch miteinander verbunden?
4. Wer war Otto Lilienthal, wodurch ist er berühmt geworden?
5. Welche Linsenarten sind dir bekannt?
6. Was wird mit der Umschaltstange für die Steuerung bei einer Lokomotive bewirkt?
7. Du hast vor dir je einen Draht aus Kupfer, Silber und Aluminium. Welcher der genannten Stoffe hat den geringsten spezifischen Widerstand?
8. Wann und von wem wurde das Mikroskop erfunden?
9. Warum platzen dickwandige Gläser häufiger als dünnwandige?
10. Wo werden Reduzierventile verwendet?











## Über den Charakter des Ingenieurs und einige seiner Besonderheiten

Trifft man die Feststellung „Ein Pilot muß kühn sein“, wird einem gewöhnlich mit Recht entgegengehalten: „Ein Chirurg muß auch Mut haben!“ oder: „Taucher sind auch mutige und beherzte Menschen.“ Am besten wäre es, wenn alle Menschen ehrlich, mutig, edelmütig, wißbegierig und offen gegenüber ihren Freunden, treu, rücksichtsvoll und aufmerksam, mit einem Wort hervorragende Menschen wären – und nicht engherzig, kleinlich und gemein. Darüber, das versteht sich von selbst, kann es keine Diskussion geben.

Ich möchte jedoch hier über solche Charaktereigenschaften sprechen, ohne die man nach meiner Ansicht nur sehr schwer oder überhaupt nicht zu einem guten Ingenieur, zu einem guten Techniker werden kann.

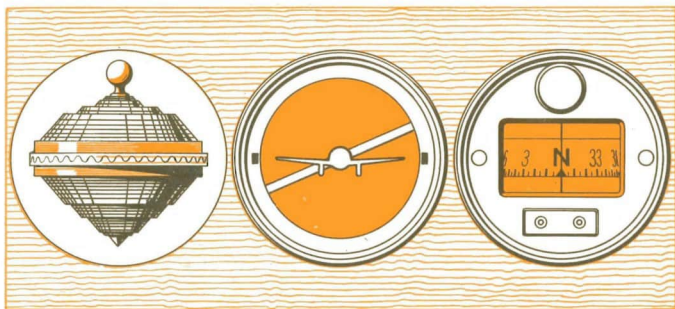
*Ein Ingenieur muß absolut ehrlich sein.* Einen Menschen kann man betrügen (das Wörtchen „kann“ ist hier im Sinne von „möglich“ gebraucht), die Natur nicht. Wenn ihr beispielsweise dabei seid, einen Dampfkessel zu konstruieren und eure Berechnungen stimmen nicht ganz, so ist es völlig sinnlos, ein Gesicht zu machen, als ob alles in Ordnung wäre. Selbst wenn es gelänge, sämtliche technischen Kontrollabteilungen zu täuschen, der Dampf richtet sich nicht danach, er sprengt die mißlungene Konstruktion und spricht sein unerbittliches, nicht zu widerrufendes Urteil.

Nun arbeiten in unserer Zeit Ingenieure kaum noch allein, obwohl natürlich jeder seine Arbeit selbst verrichtet. Diese Arbeit

gleichet einem Baustein für ein großes Gebäude. Und jetzt stellt euch vor, daß ein Ingenieur bei der Lösung seines Teilproblems, bei der Konstruktion seines Kettenringes, bei der Erprobung eines bestimmten Knotenpunktes einen Zweifel, einen Defekt oder einen Rechenfehler verschwiegen hat. Warum er das getan hat? Vielleicht wegen eines falschen Schamgefühls gegenüber den Kollegen; vielleicht weil er fürchtet, das Vertrauen derjenigen zu verlieren, die es ihm auf Grund eines Mißverständnisses geschenkt haben. Die Frage nach dem „Warum“ ist nicht so wichtig. Wichtiger ist etwas anderes: Das defekte Kettenringglied beeinträchtigt früher oder später die Festigkeit der ganzen Kette. Deshalb ist Ehrlichkeit die erste Forderung, die man an jeden stellen muß, der sein Leben der Technik widmen möchte.

*Ein Ingenieur muß wißbegierig sein.* Wenn ihr eure Arbeit verrichtet, ohne euch dafür zu interessieren, was andere neben euch schaffen, so werdet ihr immer im Nachtrab sein. Und noch etwas: Seid niemals überheblich und geringschätzig gegenüber der Arbeit anderer! Einer meiner Freunde, ein bekannter Flugzeugkonstrukteur, besucht regelmäßig Spielzeuggeschäfte. Er ist davon überzeugt, daß man schon durch eine gelungene technische Lösung bei einem mechanischen Turnkünstler oder bei einer Kinderpistole auf sehr interessante Ideen gebracht werden kann. Nebenbei sei bemerkt, daß die Erfindung des Kreiselkompasses, der heute zu den Bordgeräten jedes Flugzeuges gehört, mit dem Studium des Kinderkreisels begonnen hat.

*Ein Ingenieur muß mutig sein.* Ich will das an einem Beispiel erläutern. Viele Jahre hindurch hat man Lasten mit Kranen gehoben und besaß darin eine entsprechend



umfangreiche Erfahrung. Plötzlich bietet sich eine neue Methode an: die Hochmontage metallischer oder anderer Bauteile von einem Hubschrauber aus. Die Befestigung und das Anheben der Teile sind berechnet, die Festigkeit der Trossen ist dreimal, vielleicht sogar viermal geprüft worden, die Reihenfolge der Manöver, die der Hubschrauber ausführen muß, ist durchdacht, mögliche Windeinflüsse sind berücksichtigt. Und trotzdem braucht man Mut, ein Stahldach, einen Träger oder ein Brückenteil mit dem Hubschrauber anzuheben. Man braucht Mut besonderer Art: nicht einfach die Fähigkeit, alle Zweifel zurückzudrängen, mit der Hand zu winken und lauthals zu erklären „Na gut, riskieren wir es!“. Man muß den Mut aufbringen, von der Tradition abzugehen, man muß die Kraft haben, sich selbst davon zu überzeugen, daß ein Risiko gerechtfertigt ist, daß die vom Ingenieur übernommene Verantwortung für den Ausgang des Unternehmens, für das Schicksal des Hubschraubers, vielleicht sogar für das Leben der Besatzung begründet und notwendig ist.

Auch unter nicht so hervorstechenden Umständen kann man Mut beweisen. So wurde das Nieten bereits seit vielen Jahren als das

beste Verfahren im Flugzeugbau für die Verbindung einzelner Elemente vieler Konstruktionen angesehen, als man diese Methode plötzlich anzuzweifeln begann: Damit ein Flügel genietet werden kann, müssen zunächst Zehntausende von Löchern gebohrt werden. Das ist ein unerhörter Arbeitsaufwand. Außerdem bedeutet jedes gebohrte Loch eine Schwächung des Materials. Aber auch das ist noch nicht alles. Ein Niet wiegt nicht viel, doch multipliziert man sein Gewicht mit tausend, mit zehn- oder zwanzigtausend, so ergibt sich für das Flugzeug ein beträchtliches Mehrgewicht.

Nehmen wir nun an, der Ingenieur X, Y oder Z erklärt, daß die genieteten Nähte durch Schweißnähte ersetzt werden können. Wie die Erfahrung zeigt, sind solche Verbindungen sogar fester. Außerdem ist der notwendige Arbeitsaufwand geringer. Man hört den Ingenieur an und sagt: „Ihre Argumente klingen recht überzeugend. Probieren Sie, beweisen Sie ihre Richtigkeit in der Praxis.“

Hier ist der Augenblick gekommen, wo sich ein Mensch entscheiden muß. Er muß seine Idee mit einer jahrzehntelang geübten Praxis konfrontieren. Wenn er sich aber geirrt hat,

ihm ein Rechenfehler unterlaufen ist, ihm ein Zufall zu einem falschen Ergebnis geführt hat? Man kann ein sehr talentierter Ingenieur sein, aber ohne den einfachen menschlichen Mut wird man den letzten Schritt nicht tun können.

*Ein Ingenieur muß sich mit der Wissenschaft beschäftigen.* Ganz gleich, ob er auf einer Baustelle arbeitet, Bereichsleiter in einem Betrieb mit Serienproduktion oder Mitarbeiter in einer Reparaturabteilung ist, in jedem Falle muß er sich für die Wissenschaft, ihre Entwicklung und ihre Probleme interessieren. Seine im Studium erworbenen Kenntnisse reichen vielleicht für ein paar Jahre aus. Wenn er gelegentlich wissenschaftliche Fachzeitschriften liest und von Zeit zu Zeit einen Weiterbildungslehrgang besucht, vermag er diesen Zeitraum auf rund zehn Jahre auszudehnen, weiter aber nicht. Damit er vielseitig arbeiten kann, sich auf seinem Gebiet gut auskennt und ein nützliches Mitglied der Gesellschaft ist, muß er mit der Wissenschaft Schritt halten.

Ein Maschinenbauer, der vor 15 bis 20 Jahren sein Studium sehr erfolgreich abgeschlossen haben mag, verfügt über nur allgemeine chemische Kenntnisse — es sei denn, er hatte sich auf den Maschinenbau für die chemische Industrie spezialisiert. Nehmen wir an, der Maschinenbauer hat nach dem Studium seine Arbeit in einem Betrieb der Automobilindustrie aufgenommen und sich schnell mit dem Bau von Kraftfahrzeugen vertraut gemacht, er leitet den ihm anvertrauten Bereich ausgezeichnet, sammelt Erfahrungen, ist in der Lage, Entscheidungen zu treffen und Beschlüsse zu fassen, Auswege aus schwierigen Situationen zu finden. Alles ist in bester Ordnung.

Da kommt die Stunde, in der bei der Montage Teile aus neuen Werkstoffen auf-

tauchen, zum Beispiel Lagerteile, elastische Schichten oder Füllungen aus Plast, die bisher aus Metall gefertigt waren. Wie muß man mit den Produkten der modernen Chemie umgehen? Kann man eine Lagerbuchse aus Plast erwärmen, und wenn ja, bis zu welcher Temperatur? Wie befestigt man eine Schicht aus diesem neuen Werkstoff? Mit Kleber? Aber mit welchem? Wie muß man mit Plastplatten umgehen, damit sie sich nicht deformieren oder gar kaputtgehen? Fragen über Fragen. Der Maschinenbauer muß in der Lage sein, in das Labyrinth der Chemie einzudringen. Bei der Herstellung des Kraftfahrzeugs vom Typ „Wolga“ werden gegenwärtig mehr als 500 Teile aus Plast verwendet!

Vor gar nicht allzu langer Zeit hat die Wissenschaft eine sehr interessante Entdeckung gemacht: Ein Bauteil, das in einer Vakuumkammer getestet wurde, befand sich auch nach einer längeren Betriebsdauer noch in einem ausgezeichneten Zustand. Teile aus Aluminium erwiesen sich im Vakuum als viermal, ja mitunter als siebenmal widerstandsfähiger. Wie kommt das? Gewöhnlich wird das „ermüdende“ Metall durch Mikrorisse zerstört. In der Erdatmosphäre bedecken sich die Wände dieser Risse augenblicklich mit einer Schicht aus Metalloxiden und adsorbierten Gasen. Während des milliardsten Teils einer Sekunde erreicht die Oxidschicht den Durchmesser eines Moleküls. Im stark luftverdünnten Raum sind für diesen Prozeß drei Stunden erforderlich. Während dieser sehr viel längeren Zeit können sich die Wände der Risse schließen, sie können „zusammenwachsen“. Das Metall „heilt“ sich selbst aus! Darüber müssen Konstrukteure von Raumfahrzeugen natürlich Bescheid wissen. Das Wissen um diese Besonderheit gestattet es ihnen, ihre Konstruktionen leichter, dünner, ökonomischer und dennoch voll-

kommen zuverlässig zu entwerfen und auszuführen.

Vor einiger Zeit waren Glaswatte und Glasfasern seltene Materialien; man begegnete ihnen eher in einem Laboratorium als in der Industrie. Heute finden diese Glasplaste Anwendung unter anderem beim Bau von Schiffsrümpfen, Autokarosserien und Gestellen für Drehmaschinen. Auch Bremsfallschirme für sehr schnell fliegende Flugzeuge und Landefallschirme für Raumfahrzeuge werden zum Teil aus diesem Material gefertigt. Der Bremsfallschirm besteht zum Beispiel aus einem Geflecht von Metall- und Glasfäden. Für einen Quadratmeter dieses Gewebes werden Fäden mit einer Gesamtlänge von 18 Kilometern gebraucht. Es kann bis zu einer Temperatur von 800 Grad Celsius erhitzt werden, ohne daß es dabei Schaden erleidet.

Glasplast ist ein vielseitig verwendbarer Werkstoff, für dessen Verarbeitung neue Technologien entwickelt wurden. Um beispielsweise Düsen und Bremskammern für das Raketentriebwerk herzustellen, braucht man die Glasfaser nur auf ein aus Ton oder aus Gips hergestelltes Modell der geforderten Form wie auf eine Spule aufzuwickeln. Dann wird die Glasfaserschicht mit speziellen Harzen getränkt, und fertig ist das Bauteil.

Die Länge des Glasfadens, der beim Bau einer einzigen „Polaris“-Rakete verbraucht wurde, reichte aus, die Erdkugel am Äquator zehnmal zu umwickeln! Und eine weitere Zahlenangabe: Bis zum Jahre 1970 machten die aus Glasplast hergestellten Teile die Hälfte des Gesamtgewichts der Raumfahrzeuge aus.

Es ließen sich beliebig viele Beispiele anführen, wie die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschungen in der Technik Anwendung finden. Diese Verbindung von Theorie und Praxis zeitigt sehr gute Resultate, und

nicht die Praxis allein profitiert davon, die Wissenschaft selbst entwickelt sich dabei, es eröffnen sich ihr neue Forschungsgebiete und -aufgaben. So wurden sowjetische Aerodynamiker, deren wichtigstes Arbeitsfeld der Flugzeugbau ist, vor einigen Jahren mit der Lösung eines für sie neuen Problems betraut: Schiffbauer fragten sie, wie sich Tragflügel verhalten, die nicht von Luft, sondern von Wasser umströmt werden. Sorgfältige Untersuchungen, Berechnungen und Experimente begründeten einen gänzlich neuen Zweig des Schiffbaus: die Konstruktion und Fertigung von Schiffen mit Unterwassertragflügeln.

*Ein Ingenieur muß geduldig sein.* Einmal habe ich beobachten können, wie man in einem Institut für Projektierung das Modell eines künftigen gigantischen Staudammes zusammensetzte. Die Mitarbeiter fügten die vielfach verkleinerten Betonklötze mit großem Eifer aneinander. Jedes Element der Konstruktion numerierten sie, jedes Teil trugen sie in ein besonderes Register ein. Ohne sich aufzurichten, krochen sie vom Morgen bis zum späten Abend auf allen vieren.

„Das ist doch aber schließlich nur ein Modell“, sagte ich dem Leiter. „Warum geben Sie sich soviel Mühe damit? Dieses ‚Spielzeug‘ braucht doch keine Jahrhunderte zu überdauern!“

„Eben deshalb, weil wir nicht nur für Jahrhunderte bauen, muß alles geprüft, überdacht und vorhergesehen werden. Wir bauen das Modell schon das neunte Mal um! Der Staudamm muß lange stehen, und wenn er einmal steht, dann ist es zu spät zum Experimentieren.“

Die Ingenieure wurden angehalten, sich zu beeilen. Man brauchte Versuchsdaten, Zahlen, die nicht aus trockenen mathematischen Formeln ermittelt worden wa-

ren, sondern das Ergebnis von Experimenten mit einem zwar verkleinerten, aber im Verhältnis richtig belasteten Staudammes waren. Die Ingenieure trugen eine große Verantwortung. Sie mußten sich beeilen, ohne etwas zu überstürzen, ohne Fehler zu machen; sie mußten die Lage der Betonklötzchen immer wieder variieren, die Umrisse der Bodenöffnungen verändern, die Überläufe anders placieren.

Seitdem sind mehr als 20 Jahre vergangen. Der Staudamm ist längst gebaut worden und hat seine Bewährungsproben bestanden. Heute erinnert sich gewiß kaum noch jemand an die geduldige Arbeit der Projektanten. Geduldig sein ist ihre Dienstaufgabe und Charaktereigenschaft zugleich.

Geduld braucht jeder Mensch, der sich mit Technik beschäftigt, unabhängig davon, ob er Staudämme baut, die für Jahrhunderte ihren Zweck erfüllen sollen, oder ob er Gebrauchsgegenstände repariert.

Einer der Autoren der alten Edinburgher Enzyklopädie schrieb, daß nach den Worten Marc Isambard Brunels dessen „Idee zum Bau eines Tunnels durch die Bewegungen des Teredo entstand, einer kleinen, mit einem zylindrischen Plättchen bedeckten wurmförmigen Muschel, die selbst das härteste Holz zernagt“.

Im Jahre 1823 schlug der Ingenieur Marc Isambard Brunel vor, einen Tunnel zu bauen, der die Themse unterquert. Dieses für die damalige Zeit erstaunliche Bauwerk sollte mit einer speziellen Maschine in Angriff genommen werden, die Brunel konstruiert hatte.

Und jetzt bitte ich, den zeitlichen Ablauf der Ereignisse zu verfolgen:

1823 schlägt Brunel das Projekt vor. Zwei Jahre lang wird gestritten und diskutiert, ob es realisierbar ist oder nicht.

1825 wird mit den Arbeiten begonnen.

Am ersten Tag des Jahres 1826 ist der verti-

kale Schacht fertiggestellt, die Maschine für den Vortrieb des Tunnels aufgebaut.

Am 14. September 1826 bricht Wasser in den Tunnel ein. Die Havarie wird behoben; es gibt keine Opfer. Die Arbeiten werden fortgesetzt. Im Oktober 1826 zweiter Wassereinbruch, Opfer sind nicht zu beklagen, die Schäden werden behoben, die Arbeiten fortgesetzt. Am 18. Mai 1827 wird der Tunnel wiederum überflutet. Opfer sind nicht zu beklagen. Als letzter verläßt Ingenieur Brunel den überfluteten Abschnitt. Am 18. August 1828 wird der Tunnel erneut überflutet. Dabei kommen bedauerlicherweise sechs Menschen ums Leben.

Die finanziellen Mittel der Baugesellschaft erschöpfen sich. Die Arbeiten werden eingestellt. Sieben Jahre vergehen; in dieser Zeit verteidigt Brunel die Zweckmäßigkeit seiner Idee, und neue Mittel für die Fortführung des Baus werden aufgebracht. Schließlich steigen wieder Arbeiter in den Tunnel ein. Sie kommen langsam voran: drei Überflutungen hintereinander, drei furchtbare Schläge für die Erbauer. Der nächste Wassereinbruch erfolgte im August des Jahres 1837. Brunel vervollkommnet die Maschine. Brunel gibt nicht auf.

November 1837. Der Fluß bricht in den Tunnel ein. Ein Mensch kommt dabei ums Leben. Die Havarie kann behoben, die Arbeit wieder aufgenommen werden.

Im März 1838 erneute Überflutung. Es gibt keine Opfer, der Schaden wird behoben, die Arbeit fortgesetzt.

April 1840 – Erdeinbruch in den Tunnel...

Am 13. April 1841 hat der Tunnel die Themse unterquert.

Am 25. März 1843 wird der Verkehr durch den Tunnel eröffnet.

Ohne die Geduld dieses unvergessenen Ingenieurs und die großen Leistungen aller seiner Erbauer wäre der Themsetunnel nie vollendet worden.



Lange Zeit hindurch haben die Menschen mit Gänsefedern geschrieben. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts verkaufte allein Rußland jährlich 20 bis 30 Millionen Gänsefedern an England (dabei sei darauf hingewiesen, daß eine Gans etwa 10 bis 20 für das Schreiben geeignete Federn lieferte). Eine solche Gänsefeder war teuer, nutzte sich schnell ab und mußte häufig angespitzt werden.

Im Jahre 1780 erfand Samuel Harrison die Stahlfeder, doch es waren noch nahezu einhundert Jahre geduldigen Suchens nach den besten Herstellungstechnologien erforderlich, bevor die Stahlfeder so vervollkommen werden konnte, daß sie die Gänsefeder endgültig verdrängen konnte.

Als die Menschen die Stahlfeder zu ihrer Verfügung hatten, waren sie dennoch nicht vollends zufrieden mit ihr, denn auch ihr haftete noch ein großer Mangel an: Sie existierte getrennt vom Tintenfaß – eine Unzulänglichkeit, die merkwürdigerweise niemand gestört hatte, solange man nur mit Gänsekielen schrieb. Doch nun suchten die Menschen beharrlich nach einer Methode, die Feder und das Tintenfaß zu verbinden.

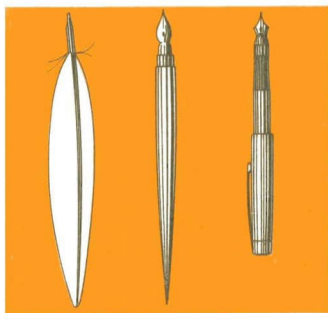
In der Mitte des vorigen Jahrhunderts gab es schließlich die ersten Füllfederhalter. Es waren jedoch mehr als 50 Jahre geduldigen

Mühens notwendig, um den Füllfederhalter gegenüber dem einfachen Federhalter konkurrenzfähig zu machen, um den Füllfederhalter zu einem zuverlässigen und langlebigen Gerät mit erschwinglichem Preis zu entwickeln.

Zur Geduld, dieser unabdingbaren Eigenschaft eines Ingenieurs, kann man sich selbst erziehen. Hierfür gibt es eine Vielzahl von Methoden, sehr einfache und auch komplizierte. Als ich sieben, vielleicht auch acht Jahre alt war, gab mir mein Vater häufig Bindfäden zum Entwirren. Woher mag er sie nur gehabt haben?! Das Problem mit Schere, Messer oder Rasierklinge zu lösen war streng verboten. Ich haßte die Bindfäden und war böse auf die Menschen, die sie „erfunden“ hatten. Das war anfangs. Später wurde ich geschickter und konnte innerhalb von 10 bis 15 Minuten jedes beliebige Knäuel entwirren.

Es gibt viele Spiele, die ein großartiges Geduldstraining sind, beginnend mit dem Stäbchenspiel und endend beispielsweise mit dem folgenden Wettkampf: Etwa fünf Schritte von einem Markierungsstrich entfernt wird eine Konservendose aufgestellt; jeder Mitspieler erhält zehn kleine Steine. Nacheinander wirft jeder Spieler seine Steinchen in die Konservendose. Sieger ist derjenige, dem es gelingt, alle zehn Steinchen in die Dose zu werfen. Dieses Spiel trainiert Geduld und Augenmaß. Bei gewisser Übung kann man die Wettkampfbedingungen erschweren: Vergrößerung des Abstands, Ersetzen der Konservendose durch einen auf die Erde gezeichneten Kreis (es ist wesentlich schwieriger, einen Stein so in einen Kreis zu werfen, daß er in ihm liegen bleibt).

Das beste Geduldstraining aber ist wohl die Arbeit mit Uhrmechanismen. Wenn ihr die Technik der Demontage und natürlich auch der Montage eines nur einfachen





Weckers beherrscht, könnt ihr euch getrost zu den geduldigen Menschen zählen.

Wißt ihr, was Marx über die Uhr gesagt hat? „Die Uhr ist der erste Automat, der für praktische Zwecke genutzt wurde. Auf ihrer Grundlage entwickelte sich die gesamte Theorie der Erzeugung gleichförmiger Bewegungen.“

*Ein Ingenieur muß sorgfältig sein.* Als das erste Flugzeug vom Typ Tu 104 gebaut werden sollte, hatte es einige Mühe bereitet, die gesamte Maschine auf 20 000 technischen Zeichnungen „unterzubringen“. Wenn man Veranlassung gehabt hätte, nur eine einzige Minute mit dem Gedanken zu spielen, daß diese Zeichnungen nicht mit größter Sorgfalt ausgeführt worden waren, so wäre es wahrscheinlich unmöglich gewesen, nach diesen Zeichnungen das Flugzeug zu bauen.

Übrigens sind in einer Tu 104 unterschiedliche Kabel von 30 Kilometer Länge verlegt. Wenn diese Kabel zwar nach ausgezeichneten Zeichnungen, aber nicht sorgfältig verlegt werden, ist die Maschine unbrauchbar. In einem solch komplizierten System von Kabeln findet sich auch der leitende Konstrukteur nicht mehr zurecht, wenn die Kabel liederlich verlegt und die Verbindungen nachlässig verlötet wurden. Selbst der kleinste Defekt führt dann zum Ausfall der Maschine.

Ich erinnere mich, einmal mit einem Konstrukteur des Moskauer Automobilwerks gesprochen zu haben. In seinen schmalen Fingern drehte er einen sorgfältig, man kann schon sagen kunstvoll gespitzen Bleistift. Ich machte eine Bemerkung über die Zeit, die für eine solche „kosmetische“ Bearbeitung verschwendet würde. Der Ingenieur sah sehr mißbilligend auf mich und sagte ohne den Anflug eines Lächelns: „In gewissem Maße beginnt der Ingenieur, falls

Sie das interessiert, beim Anspitzen des Bleistifts.“

Später erzählte man mir über ihn dieses: Seit einem Vierteljahrhundert hat dieser Konstrukteur nicht eine einzige Zeichnung zur Korrektur zurückerhalten. Häufig wird er wegen seiner über großen Genauigkeit gerügt, andererseits aber lernt man bei ihm und versucht es ihm gleichzutun.

*Ein Ingenieur muß die Anatomie des Menschen kennen.* Bevor wir uns mit dieser Forderung näher beschäftigen, möchte ich euch eine Frage stellen: Wie viele „Freiheitsgrade“ der Bewegung hat der menschliche Arm? Habe ich euch mit dieser Frage in Verlegenheit gebracht? Die Maschinen werden aber für den Menschen geschaffen. Man sollte meinen, daß derjenige, der Mechanismen projiziert, baut oder vervollkommet, genau und fehlerfrei die Möglichkeiten derjenigen berücksichtigt, die die Maschinen bedienen, steuern, kurzum die Technik nutzen sollen.

Ich erinnere mich an die folgende Geschichte: In einem unserer Flugzeuge, die wir während des Großen Vaterländischen Krieges geflogen haben, nahm man eine Änderung der Konstruktion vor. Der Hebel für das Einfahren des Fahrwerks wurde vom Armaturenbrett weg in eine seitliche Vertiefung verlegt, und zwar neben den äußerlich sehr ähnlichen Hebel für das Aus- und Einfahren der Landeklappen. Die Idee der Konstrukteure war sehr einfach: Zwei nebeneinander angebrachte Hebel verrinnern die Bewegung des Piloten, erlauben ihm einen schnelleren Übergang der Hand von einem Hebel zum anderen. Wahrscheinlich hat es neben diesen auch noch andere Überlegungen gegeben, beispielsweise Einsparung von Rohren für die Druckluftleitungen. Scheinbar war alles richtig gemacht worden. Aber nun passierte folgendes: Ein

Flugzeug rollte auf der Landebahn aus, sein Pilot wollte die Landeklappen einfahren, irrte sich aber und fuhr das Fahrwerk ein. Plumps! Die Maschine lag auf dem Bauch. Ein Propellerflügel war verbogen, die Tragflügel zerkratzt, die Landeklappen deformiert. Und das passierte nicht nur einmal und nicht nur einem Piloten.

Woran lag das? Die Ingenieure hatten eine rein menschliche Eigenschaft nicht berücksichtigt — die Gewohnheit. Die Piloten hatten sich daran gewöhnt, ohne hinzusehen, nur durch Tasten den Hebel für das Einfahren des Fahrwerks am Armaturenbrett und den Hebel für das Ein- und Ausfahren der Landeklappen an der Seite zu finden. Möglicherweise hatten die Ingenieure das Problem aus technischer Sicht richtig und zweckmäßig gelöst, aber sie hatten die psychologischen Besonderheiten des Menschen nicht beachtet, was unerwartete und unangenehme Folgen nach sich zog. Sie mußten von ihrer Änderung Abstand nehmen.

In einem englischen Buch las ich die folgende, auf den ersten Blick erheiternde Geschichte: Ein großes Kollektiv von Spezialisten für Optik, Elektrotechnik und Elektronik sowie andere Fachrichtungen arbeitete lange Zeit an einem Zielgerät extrem hoher Genauigkeit für Flugzeuge. Die Konstrukteure mußten große Schwierigkeiten sowohl wissenschaftlich-technischer als auch ingenieurtechnischer Art überwinden. Schließlich war das Wunder von Zielgerät fertig, auf der Erde erprobt und feierlich in ein Flugzeug montiert worden. Alle waren davon überzeugt, daß sie eine großartige, scharfsinnige und genau ausgeführte Arbeit geleistet hätten, die die höchste Wertschätzung des Vertreters der Luftstreitkräfte verdiene.

Der Testpilot startete zu einem Flug, um das Zielgerät in der Luft zu erproben. Die

Ingenieure warteten auf seine Rückkehr. — Endlich landete das Flugzeug. Ohne sich zu beeilen, stieg der Pilot aus der Kabine. Aufmerksam blickte er alle Anwesenden nacheinander an und sagte: „Sie haben ein großartiges Gerät erfunden, Gentlemen, aber sie müssen noch eine kleine Ergänzung vornehmen — Sie müssen mich mit einer dritten Hand ausrüsten.“

Für die Bedienung des Geräts waren beide Hände gleichzeitig erforderlich, daß der Pilot jedoch mindestens eine Hand für die Führung des Flugzeugs braucht, hatten die Konstrukteure einfach vergessen ...

Ein Ingenieur muß unbedingt den Menschen kennen, seine Anatomie, seine psychischen Besonderheiten und physischen Möglichkeiten in die Berechnungen einbeziehen, zum Beispiel solche „Kleinigkeiten“ berücksichtigen wie die Länge der Beine, das Reaktionsvermögen oder die durch den Arm maximal übertragbare Kraft. Offenbar hat der alte griechische Philosoph Protagoras (etwa 485–415 v.u.Z.), ein Schüler Demokrits, nicht zufällig die Worte geprägt: „Der Mensch ist das Maß aller Dinge.“

*Ein Ingenieur muß Gefühl für das Schöne besitzen.* Es ist nicht wichtig, wozu man Neigungen verspürt: zur Musik, Malerei, Bildhauerei oder einfach zur Natur. Wichtig ist, daß man ein Gefühl für die Harmonie der Töne, die wunderbaren Proportionen einer Skulptur oder die unvergleichliche Farbenskala eines Regenbogens hat. Niemand möge es seltsam erscheinen, wenn ich die Technik und das Schöne in Zusammenhang bringe. Betrachtet einmal ein Bild des Eiffelturms! Er ist vor rund 90 Jahren erbaut worden, doch seine Form und Struktur fasziniert uns noch heute. Oder das Überschall-Verkehrsflugzeug Tu 144: Das vollendete Fließen seiner Linien ist eine ingenieurtechnische wie künstle-



rische Leistung, von der auch spätere Generationen noch mit Achtung sprechen werden.

Natürlich kann nicht jeder Ingenieur wie der geniale Leonardo da Vinci zugleich auch ein großer Künstler sein. Ein Gefühl für das Schöne muß er aber haben.

Dmitri Konstantinowitsch Tschernow, ein bedeutender Metallurge, stellte mit großem Vergnügen ausgezeichnete Geigen her. Selbst anerkannte Spezialisten konnten seine Arbeiten nicht immer von denen alter italienischer Meister unterscheiden.

*Ein Ingenieur muß scharfsinnig sein.* Darunter verstehe ich die Gabe, Lösungen auf bisher nicht eingeschlagenen Wegen zu finden.

Hier ein Beispiel für den glänzenden Scharfsinn eines Ingenieurs.

Der Brückenbauer Dmitri Iwanowitsch Schurawski stellte fest, daß die Trossen und Schrägverstreben in der Mitte einer Hängebrücke weniger belastet sind als in der Nähe der Pfeiler. Er beschloß deshalb, die Trossen und Schrägverstreben in der Mitte mit geringerem Querschnitt herstellen zu lassen.

Der amerikanische Ingenieur Whistler fand

die Schlußfolgerungen Schurawskis, milde ausgedrückt, wenig vertrauenerweckend.

So stießen die Meinungen zweier großer Autoritäten aufeinander. Einer mußte natürlich recht haben, der andere sich irren.

Noch während die Diskussionen hin und her gingen, baute Schurawski ein kleines Modell mit zwei Pfeilern und ersetzte die Trossen durch Drähte gleichen Durchmessers. Danach belastete Schurawski das Modell und strich mit einem gewöhnlichen Geigenbogen über die Drähte. Und hier hörten alle, daß die Drähte in der Nähe der Stützen einen höheren Ton von sich gaben als in der Mitte. Folglich waren die Drähte an den Enden stärker gespannt als in der Mitte.

Nach dieser Demonstration blieb Mister Whistler nichts anderes übrig, als zuzugeben, daß die Schlußfolgerungen Schurawskis richtig waren.

Ein Beispiel aus späterer Zeit, dem Großen Vaterländischen Krieg.

Es ist bekannt, daß Benzin hoher Qualität leicht entzündlich ist. Ebenso ist bekannt, daß Kolbentriebwerte von Flugzeugen mit diesem Kraftstoff arbeiten. Die Tanks der Maschinen befinden sich im Rumpf oder in den Tragflächen. Über lange Zeit waren sie der am leichtesten verwundbare Teil von Kampfflugzeugen. Eine Kugel brauchte nur ein kleines Loch in den Tank zu schlagen, und das Benzin floß aus – im günstigsten Falle. Wenn es jedoch ein Brandgeschloß war, entzündete sich der ausfließende Kraftstoff, und es kam zu einer Explosion.

Damit war eine Aufgabe gestellt: Schutz der Tanks vor Geschosseinträgen und vor Explosionen. Eine Lösung drängte sich sofort auf, das Panzern der Kraftstoffbehälter. Sie führte allerdings unweigerlich zu einem höheren Gewicht des Flugzeugs. Der Kampf um jedes Pond Gewichtsminderung ist und bleibt aber eine der Hauptaufgaben

aller Flugzeugkonstrukteure. So zerbrachen sich die klügsten Ingenieure den Kopf darüber, wie man dem Problem beikommen könnte.

Und sie fanden eine Lösung! Sie überzogen die Tanks mit einer Schicht Rohgummi. Dieser Belag hatte eine bemerkenswerte Eigenschaft: Er konnte zwar sehr leicht durchlöchert werden, zog sich aber wieder zusammen; der Gummi klebte sich gewissermaßen selbst. Dennoch war das nur eine halbe Lösung des Problems, denn das Benzin floß wohl nicht mehr aus, brannte und explodierte aber nach wie vor.

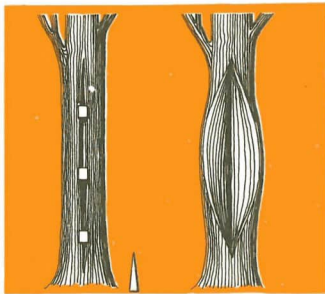
Die Ingenieure wußten, daß sich nicht das flüssige, sondern das gasförmige Benzin entzündet, vollgefüllte Tanks deshalb nur selten in Brand gerieten, halbgefüllte Tanks dagegen wie Schießpulver explodierten. Sie dachten weiter nach und kamen schließlich darauf, die unbrennbaren Abgase des Motors abzuleiten, zu kühlen, zu reinigen und dann in die Benzintanks zu pumpen. Je mehr der Benzinpegel sank, um so mehr unbrennbares Gas wurde in den Tank gedrückt. Damit war dem Benzin weitestgehend die Möglichkeit genommen, in einen gasförmigen Zustand überzugehen. Die Verwundbarkeit der Kampfflugzeuge verringerte sich merklich.

Schließlich wurde eine noch scharfsinnigere Lösung gefunden: Man verzichtete auf die metallenen Tanks überhaupt und ersetzte sie durch Gummisäcke. Diese hatten einmal den Vorzug, daß sie sich zusammengelegt in solche Winkel des Tragflügels schieben ließen, wo ein gewöhnlicher Tank niemals hätte untergebracht werden können. Dort blies man die elastischen Säcke mit Preßluft auf, wo sie nun den ganzen ihnen zur Verfügung stehenden Raum einnahmen. Diese neue Lösungsvariante gestattete zugleich, die taktischen Parameter der Maschine, die mögliche Flugdauer und den

Kampfradius, merklich zu erhöhen und das Flugzeug an den freigewordenen „besseren“, leichter zugänglichen Abschnitten mit zusätzlichen Waffen und der dazugehörigen Munition auszurüsten.

Zum Schluß noch einen Blick zurück in längst vergangene Zeiten, als die Pomoranen, eine Stammesgruppe, ihre Boote aus unversehrten ganzen Baumstämmen fertigten, die sie entweder aushöhlten oder ausbrannten. Eigenartig an diesen Booten war folgendes: Ihr Querschnitt war zwei- bis dreimal größer als der dickste Baum! Wie konnte so etwas möglich sein?

Nach Auswahl einer dicken, gesunden Espe oder Linde spalteten die Pomoranen auf einer Seite den Stamm in seiner gesamten Länge und schlugen in diesen Spalt kleine Holzkeile. Das geschah gewöhnlich im Frühjahr. In dreitägigen Abständen trieben sie die Keile immer tiefer hinein. Der Baum wuchs weiter und ging gleichzeitig immer mehr in die Breite. Die Keile wurden durch größere und schließlich durch Verstreibungen ersetzt. Mit anderen Worten, die Pomoranen formten das künftige Boot am lebenden Stamm. Die „Züchtung“ eines Fischerbootes dauerte etwa fünf Jahre. Danach wurde der „Rohling“ gefällt, bearbeitet und zu Wasser gelassen.






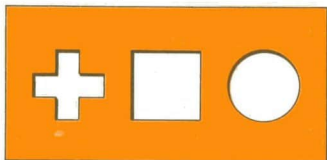
## Zum Überlegen und Lösen

44. Sieh dir bitte die folgende Tabelle eine Minute lang an!

$\dots \cdot 1 = 3$	$\dots \cdot 5 = 3$
$\dots \cdot 2 = 3$	$\dots : 6 = 3$
$\dots + 3 = 3$	$\dots \cdot 7 = 3$
$\dots - 4 = 3$	$\dots + 8 = 3$
$\dots - 1 = 3$	$\dots - 9 = 3$

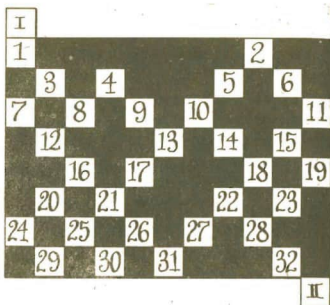
Und jetzt setz anstelle der Punkte die notwendigen Zahlen in der Weise ein, daß alle Gleichungen stimmen.

45. In ein Brett wurden drei unterschiedliche Löcher gestanzt, wie sie auf der Abbildung zu sehen sind. Gibt es einen gemeinsamen Pfropfen, der in jedes dieser Löcher paßt? Wenn ja, dann zeichne diesen Pfropfen! 



46. Wie kann man vom Quadrat Nr. I zum Quadrat Nr. II gelangen, wenn gefordert ist, daß alle 30 weißen Felder berührt werden müssen, aber jeweils nur einmal?

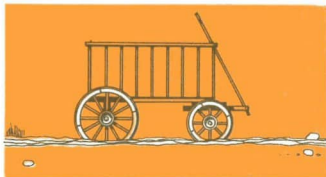
Schreib die Antwort in Form einer Zahlenfolge mit Hilfe der Nummern der weißen Felder auf!



47. Einige Zeilen aus einem Bericht:  
„Wir fahren schon seit Stunden mit dem Schiff. Links von uns ragen vier mächtige Schornsteine in die Höhe, Kennzeichen eines großen Kraftwerkes, dem wir uns langsam nähern ...“

Es ist bekannt, daß der Verfasser des Berichts mit dem Schiff auf der Elbe fuhr. Zu beantworten ist die Frage: Fuhr er von Magdeburg nach Wittenberg oder von Wittenberg nach Magdeburg?

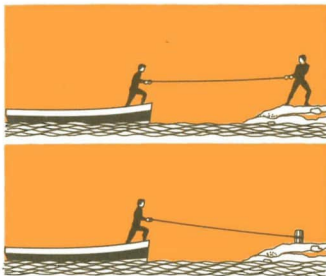
48. Wir haben es heute ständig mit Kraftwagen, Traktoren und Eisenbahnwaggons zu tun, trotzdem ist ein gewöhnlicher Handwagen noch nicht völlig aus unserem Alltag verschwunden. Und nun erkläre bitte folgendes: Warum ist es bei einer Fahrt auf einem sandigen Weg leichter, den Handwagen zu ziehen, als ihn zu schieben?



49. Auf einem Fluß treibt ein Floß. Ist seine Geschwindigkeit kleiner oder größer als die Strömungsgeschwindigkeit, oder ist sie gleich groß?

50. Zwei gleichartige kleine Fischerboote kommen zu einer Anlegestelle. Von dort aus wirft ein Bootsmann jedem im Boot befindlichen Fischer ein Tau zu. Das Ende des einen Taus befestigt er an einem Poller, das Ende des anderen Taus behält er in seinen Händen. Nun ziehen alle drei Männer am Tau – die beiden Fischer und der Bootsmann; sie strengen sich dabei gleich stark an.

Frage: Welches Boot ist zuerst an der Anlegestelle?



## Kleine Ratschläge

Der Begriff „Instrument“ hat in der Technik viele Bedeutungen. Mit ihm wird sowohl ein Arbeitsgerät (Hammer, Schraubenzieher, Stemmeisen, Zange und so weiter) als auch ein Meßgerät (Lineal, Winkelmesser, Meßschieber und dergleichen) bezeichnet.

Schlagt niemals einen Nagel mit einem Meßschieber in die Wand, dreht Schrauben nicht mit einem Stahllineal fest, versucht nicht, Drähte mit Hilfe des Winkelmessers zu biegen. Meßinstrumente müssen stets sehr sorgfältig behandelt werden. Beherzigt ihr das nicht, so wird es euch niemals gelingen, eine Zeichnung oder einen Gegenstand genau und sauber herzustellen.

Am besten ist es, Meßinstrumente in speziellen Futteralen aufzubewahren.

Wir alle müssen die unterschiedlichsten Probleme lösen, einfache und komplizierte. Mitunter können wir die Aufgabe sofort lösen, manchmal bereitet sie uns auch große Mühe. Überprüfen aber müssen wir die Lösung fast immer. Auf welche Weise wir das tun, hängt in erster Linie von den Bedingungen ab. Ich will hier nur eine einzige, zuverlässige Methode nennen. Wenn ihr beispielsweise schreibt „100 km/h“, so ist 100 der Zahlenwert, km/h die Einheit einer Größe, in diesem Fall der Größe Geschwindigkeit. Führt ihr Operationen mit Zahlen aus, so müßt ihr dieselben Operationen auch mit den Einheiten vornehmen. Habt ihr eine Auf-



gabe gelöst, so solltet ihr zuerst eine Einheitenprobe durchführen, das heißt die mit den Einheiten vorgenommenen Operationen überprüfen. Wenn sich dabei etwa zeigt, daß die von einem Punkt A durchlaufene Strecke die Einheit  $\text{m/s}^2$  erhält, so kann mit Sicherheit gesagt werden, daß sich in diese Rechnung ein Fehler eingeschlichen hat; man braucht dazu keine zahlenmäßige Rechnung vorzunehmen. Eine Strecke kann nur in Millimetern, Zentimetern, Metern oder auch Seemeilen gemessen werden, um nur einige Längeneinheiten zu nennen.

Die Einheitenprobe ist ein sehr guter Test – schnell, zuverlässig und sehr genau.



Eine Aufgabe. Ein Schlitten beginnt seine Bewegung aus dem Zustand der Ruhe und gleitet 5 s lang. Welche Strecke hat er durchlaufen, wenn die Beschleunigung  $4 \text{ m/s}^2$  beträgt?

Die Lösungsgleichung lautet

$$s = \frac{1}{2}at^2,$$

folglich ist

$$s = \frac{1}{2} \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5^2 \text{ s}^2 = 50 \text{ m}.$$

Prüfung:

$$\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{s}^2 = \text{m}$$

Aus einem Stück Blech läßt sich sehr einfach eine Vorrichtung biegen, die, an

der Wand befestigt, als Halterung für verschiedene Schlosserwerkzeuge dienen kann.

Beispiele dieser Art gibt es noch viele. Seht euch die einfachen Dinge genau an, sucht ihre „verborgenen“ Einsatzmöglichkeiten! Ihr zieht daraus einen Nutzen, außerdem lernt ihr, ungewöhnliche konstruktive Lösungen zu finden.



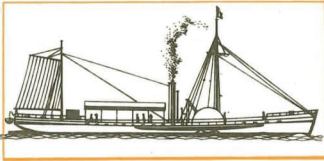
## Kalenderblätter

**1803**

R. Fulton baut das erste Dampfschiff und erprobt es auf der Seine in Paris

**1807**

Erste Fahrt von Fultons Raddampfer „Clermont“ auf dem Hudson River



**1814**

G. Stevenson baut und erprobt seine erste Dampflokomotive

**1815**

In der Ishewsker Fabrik werden die ersten russischen Dampfschiffe gebaut

**1817**

Stearinkerzen kommen in Gebrauch

**1819**

Erste Fahrt des Dampfers „Savannah“ von Amerika nach England

**1825**

J. Cooper beginnt, sogenannte Steinzündhölzer mit einer Kuppe aus einem Gemisch von Schwefel und weißem Phosphor herzustellen

**1833**

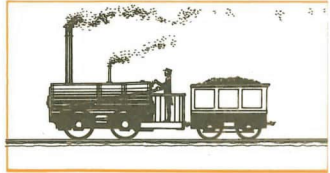
Kammerer entwickelt eine Technologie zur Herstellung von Zündhölzern mit einer Kuppe aus gelbem Phosphor

**1834**

E. und M. Tscherepanow bauen in der Nishnetagilsker Fabrik eine Dampflokomotive

**1835**

Eröffnung der ersten deutschen Eisenbahnlinie zwischen Nürnberg und Fürth. In Petersburg wird die Gasbeleuchtung eingeführt



**1837**

Paraffinkerzen kommen in Gebrauch

**30er u. 40er Jahre d. 19. Jh.**

In Europa beginnt man mit dem Walzen von Eisenbahnschienen

**1842**

Erste Fahrt um die Erde mit einem Dampfschiff

**1845–1847**

R. W. Thompson entwickelt den Gummireifen

**1852**

H. Giffard führt einen Flug mit einem Luftschiff aus, das mit einem Dampfmotor ausgerüstet ist

**1854**

H. Goebel erfindet die Glühlampe

**1855**

H. Bessemer erfindet ein neues Verfahren zur Gewinnung von Eisen und Stahl, das er 1860 technisch nutzbar macht

**1857**

Der Ingenieur I. M. Obuchow erhält das Patent für das von ihm erfundene Verfahren zur Herstellung großer homogener Stahlblöcke nach dem Tiegelgußverfahren

**1860**

J. Lenoir erfindet den Gasmotor.  
Pochinotti erfindet den Elektromotor mit rotierendem Ringanker



**1866**

Die ersten zwei Transatlantikkabel für den Telefonverkehr zwischen England und den USA werden in Betrieb genommen

**1867**

Ch. L. Sholes baut die erste Schreibmaschine

**1869**

G. Westinghouse erhält ein Patent für die pneumatische Bremse.

Der Bau einer Telegrafeneinrichtung zwischen London und Kalkutta wird beendet

**1873**

A. N. Lodygin verwendet erstmals Elektrizität zur Straßenbeleuchtung (in Petersburg, heute: Leningrad)

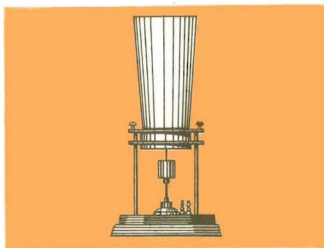
**1875**

C. von Linde erfindet das Ammoniak-Kälteverfahren (Kühlschrank)

**1876**

P. N. Jablotschkow erhält das Patent für

die „elektrische Kerze“, eine Bogenlichtquelle mit zwei parallelen Kohlestiften.  
N. Otto baut den Viertaktmotor.  
A. Bell gelingt eine befriedigende Konstruktion des Telefons



**1877**

Th. A. Edison erfindet den Phonographen.  
P. L. Tschebyschow konstruiert eine Addiermaschine in der Art einer Rechenmaschine

**1879**

F. A. Blinow erhält ein Patent für den Raupenschlepper.

W. von Siemens baut die erste elektrische Eisenbahn.

Th. A. Edison erfindet die Vakuumglühlampe mit Kohlefäden und Schraubensockel

**1881**

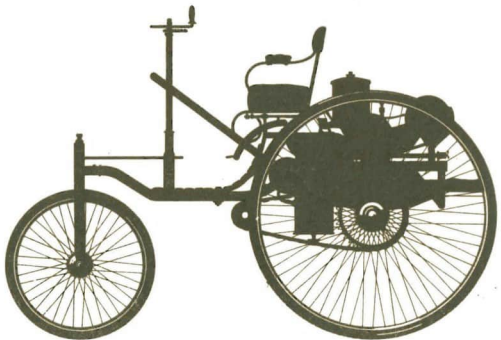
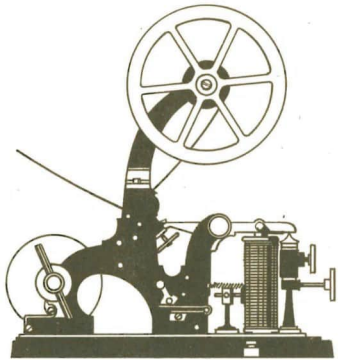
A. F. Moshaiski erhält ein Patent für seine Erfindung, ein Flugzeug mit Dampfmotor.  
N. I. Kibaltschitsch entwirft ein Raketenflugzeug

**1882**

Th. A. Edison baut das erste Elektrizitätswerk für die Straßenbeleuchtung.  
N. N. Benardos schlägt ein Verfahren für das Elektroschweißen von Metallen vor

## Fragen ohne Antworten

1. Gottlieb Daimler und Karl Benz sind Pioniere des Automobilbaus. Was weißt du über die Zusammenarbeit dieser beiden Erfinder?
2. Wo und wozu werden Kniebleche verwendet?
3. Wer war Heinrich Hertz und wodurch wurde er bekannt?
4. Welche Arten der Reibung kennst du?
5. Wie lautet das Notsignal „SOS“, das von in Seenot befindlichen Schiffen abgegeben wird, in Morsezeichen?
6. Was ist eine Zentrifuge und wo wird sie eingesetzt?
7. Wie ist der Satz zu verstehen: „Auf den Piloten wirken 6g“?
8. Wer war Alexander Popow und wodurch ist er bekannt geworden?
9. Woher stammt das Wort „Malimo“?
10. Was ist ein Oszillograph?











## Die Geschichte von Charles Goodyear

Ich bin fast davon überzeugt, daß euch der Name Charles Goodyear nicht bekannt ist. Das Leben, die Tätigkeit und das Schicksal dieses Menschen verdienen jedoch Beachtung.

Bevor ich von diesem Mann erzähle, möchte ich von einigen Ereignissen berichten, die sich vor mehr als zweihundert Jahren zuge tragen haben.

Im Jahre 1735 weilte eine Expedition französischer Astronomen im fernen Peru. Die Wissenschaftler entdeckten dort einen Baum, der einen Saft, ein farbloses Harz, absonderte. Dieser hatte die Eigenschaft, sich unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen zu verfestigen.

Die Einwohner des Landes stellten aus dem Harz Schuhe, Gefäße und eine Vielzahl anderer Gegenstände des täglichen Bedarfs her. Ihr habt sicher schon erraten, daß vom Kautschukbaum und von Gummiartikeln die Rede ist.

Die Franzosen brachten den Kautschuk nach Europa.

Im Jahre 1811 nahm in Wien die erste Gummifabrik ihre Arbeit auf.

Etwa 1820 begann man in Frankreich aus einem Geflecht von Gummi- und Baumwollfäden Strumpfbänder und Hosenträger zu fertigen. Bald darauf erdachte MacIntosh in Großbritannien ein Verfahren zur Herstellung von wasserundurchlässigem Stoff. Die Mäntel aus diesem Stoff hatten allerdings einen erheblichen Mangel: Im Winter wurden sie hart, im Sommer dagegen verbreiteten sie einen unerträglichen Gestank.

Trotzdem waren diese Regenmäntel gefragt.

Auch in Amerika kamen Artikel aus Gummi in großer Zahl auf den Markt. Im Jahre 1833 wurde eine Gesellschaft gegründet, die Dächer für Hütten und Planen für Wagen, Kopfbedeckungen, Schuhe und Kleidung aus Gummi herstellte. Die Gummifabriken vermehrten sich wie die Pilze, und ihre Besitzer machten phantastische Profite.

Im zweiten Sommer jedoch verwandelte eine Hitzewelle alle Gummiprodukte in eine zähflüssige stinkende Masse, und die Eigentümer der Gummifabriken erlitten finanzielle Verluste.

Ein Mann namens Charles Goodyear, der von den Problemen dieser Unternehmer nichts wußte, betrat zu dieser Zeit ein New-Yorker Geschäft, um einen Rettungsring aus Gummi zu erwerben. Er wollte das Ventil vervollkommen, durch das der Ring mit Luft gefüllt wurde. Und er verbesserte das Ventil! Als er jedoch nach drei Wochen der Herstellerfirma seine Erfindung anbot, sah man ihn wie einen nicht ganz normalen Menschen an. Das Ventil! Was bedeutet schon das Ventil, wenn es vor allem darum geht, den Gummi selbst zu vervollkommen!

Goodyear war weder Chemiker noch Technologe, und so glaubte er in seiner Unwissenheit, daß die „Heilung“ des Gummis sicher nicht so schwer sein könne. Später schrieb Goodyear: „Ich befand mich in einem seligen Zustand der Ahnungslosigkeit und Unkenntnis bezüglich der Schwierigkeiten, deren Überwindung mir bevorstand.“

Goodyear machte sich an die ersten Versuche. Zu Beginn walzte er den Rohgummi zu sehr dünnen Schichten aus und mischte Salz, Pfeffer, Zucker, Rizinusöl und anderes hinzu. Damals konnte er noch scherzen: „Wenn man alle Stoffe durchprobiert, die es auf der Erde gibt, wird man schließ-

lich auf die Substanz stoßen, die sich als geeignet erweist!“

Goodyear lieh sich Geld und eröffnete ein Geschäft für „Experimentalprodukte“ aus Gummi. Er mischte weiter – mit Käse, Tinte, Magnesium. Und siehe da, ein Pfund Magnesium und ein Pfund Gummi ergaben ausgezeichnete Resultate. Es entstand ein widerstandsfähiges und biegsames Material, ähnlich dem Leder. Wie kam das? Goodyear erschien das unwichtig. Es entstand eben. Er stellte Buchhüllen und Schutzbezüge für Klaviere daraus her. Die Käufer waren zunächst begeistert. Aber nach einem Monat zeigte sich: Magnesium löste das alte Problem auch nicht. Der Erfinder verkaufte seinen Laden, sein Haus und stürzte sich in Schulden.

Trotzdem setzte Goodyear die Versuche fort. Er siedete eine Mischung aus Kautschuk und Magnesium in einer wäßrigen Lösung ungelöschten Kalks. Es schien so, als ob das der Sieg war, denn Goodyear erzielte ein widerstandsfähiges und glattes Material. Die Zeitungen erklärten ihn zum Retter der Gummiindustrie. Doch nach drei Wochen erwies es sich, daß schon ein Tropfen der schwächsten Säure, ja sogar ein Spritzer Apfelsaft den ungelöschten Kalk neutralisierte und das Material zerfallen ließ.

Goodyear behandelte den Rohgummi mit Säuredämpfen. Das Resultat übertraf alle Erwartungen, und wieder glaubte er den Sieg errungen zu haben. Da ruinierte eine ökonomische Krise die Gönner Goodyears, die ihn – nicht ohne Eigennutz – mit Geld unterstützt hatten. Der Erfinder verarmte vollends, verpfändete sein letztes Hab und Gut – aber seine Arbeiten setzte er fort. Ein Biograph berichtet: „Einmal fragte jemand, wie man Goodyear finden könne. Ihm wurde geantwortet: ‚Wenn Sie einen Menschen im Gummimantel, in Gummischuhen,

mit einem Zylinderhut aus Gummi und mit einer Gummigeldbörse ohne einen einzigen Cent darin sehen, so besteht keinerlei Zweifel daran, daß es Goodyear ist‘.“

Goodyear selbst schrieb: „Im Verlaufe von vier Jahren bemühte ich mich ohne Erfolg um eine Verbesserung des Materials, das bisher alle ruiniert hatte, die sich irgendwann einmal mit seiner Herstellung beschäftigten. Viele waren der Ansicht, daß ein Mensch, der sich weiter mit einer so aussichtslosen Sache beschäftigt, das über ihn hereingebrochene Schicksal verdient und kein Recht auf Mitleid hat.“

Goodyear überwand Not und Hunger, wehrte sich gegen die Gerüchte, nach denen er verrückt sein sollte, und führte seine Arbeiten weiter.

Schließlich kam er auf den Gedanken, den aus dem Kautschuk hergestellten Gummi mit Wärmeeinwirkung zu behandeln. Neue Experimente. Die Wärmemenge wurde variiert, Chemikalien hinzugefügt, Ergebnis: Goodyear findet das Vulkanisierungsverfahren.

Und jetzt lassen wir die technologischen Einzelheiten dieses Verfahrens beiseite und widmen uns nur dem Menschen Goodyear. Zunächst wollen wir uns ansehen, wie er selbst seine Erfindung einschätzte. „Ich gebe zu, daß meine Erfindung nicht das Ergebnis einer wissenschaftlichen Untersuchung ist, ich kann mich aber auch nicht damit einverstanden erklären, daß sie ein reiner Zufall gewesen ist. Ich behaupte, daß meine Erfindung das Resultat von Ausdauer und Beobachtungsgabe ist.“

Goodyears ganzes Leben war beharrlicher, harter Kampf. Die Arbeiten dieses erstaunlichen Menschen lösten zwar keine neue Epoche aus – aber auf unserem Planeten drehen sich heute Millionen von Kraftfahrzeugrädern mit Gummireifen, die allesamt nach dem von Goodyear gefundenen Verfahren hergestellt werden; es gibt un-

endlich viele Transportbänder in Werkstätten, auf Baustellen, in Häfen, im Bergbau, auf Postämtern – und alle diese Bänder bestehen aus vulkanisiertem Gummi; Taucher lassen sich bis auf den Boden des Meeres hinab und entdecken die Unterwasserwelt. Piloten steigen mit Flugzeugen in große Höhen auf – ihre Schutzanzüge bestehen auch aus vulkanisiertem Gummi; Chirurgen tragen während der Operation federleichte Handschuhe aus Gummi, Chemiker benutzen oft Schutzkleidung aus Gummi; Fischer ziehen bei ihrer Arbeit Kombinationen aus Gummi an...

Diese Aufzählung soll genügen.

Man sagt zwar, „Sieger werden nicht gerichtet“, wir aber wollen von diesem Wort abgehen und versuchen, aus dem Leben Charles Goodyears neben den positiven auch die „negativen“ Erfahrungen herauszuschälen, um aus ihnen zu lernen.

Goodyear verfügte nicht über den erforderlichen Wissensschatz, als er sich mit der „Heilung“ des Gummis zu beschäftigen begann. Dafür hat er sein ganzes Leben lang bezahlt. Er hat Hunderte von Experimenten ausgeführt, die überflüssig waren, er hat dort gesucht, wo erwiesenermaßen nichts gefunden werden konnte.

Goodyear glaubte an den Zufall. Und er hatte zweimal Glück: das erste Mal, als der Gummi mit Königswasser in Berührung kam (das war der Anstoß zur Bearbeitung des Materials mit Säuren), das zweite Mal, als ihm ein Stück Harz unter die Finger kam, das auf einem Ofen erwärmt worden war (das war der Anstoß zur Behandlung des Materials mit Wärme). Er hätte aber auch kein Glück haben können – das Königswasser hätte nicht mit dem Gummi in Berührung zu kommen brauchen, das Harz hätte auf dem Ofen zu Asche verbrennen können.

Goodyear kämpfte sein ganzes Leben lang allein. Er zog einen Wagen, den ein ganzes Kollektiv von Mitarbeitern und Gleichdenkenden hätte ziehen müssen. Daß Goodyear nicht auf halbem Wege stürzte, ist nicht nur das Verdienst seiner Beharrlichkeit, sondern in beträchtlichem Maße auch ein glücklicher Zufall.

Wir können uns seine Charaktereigenschaften zum Vorbild nehmen, seine Arbeitsmethoden jedoch nicht.

Wir können sagen, daß derjenige, der intensiver und selbstloser arbeitet, hartnäckiger sein Ziel verfolgt und vor Hindernissen nicht zurückschreckt, größere Erfolge und mehr Glück hat als der Schwätzer, Faulpelz und ewige Zuschauer. Das lehrt uns das Leben Charles Goodyears.

## Wie kann man sich überprüfen, wie kann man Fehlentscheidungen vermeiden?

Sehr viele junge Menschen, die ihren Weg in das Morgen abstecken, werden von Zweifeln gequält: Wie kann man beizeiten feststellen, ob man die Fähigkeiten und das Talent für einen technischen Beruf hat oder nicht? Alle jungen Menschen, mit denen ich über dieses Thema gesprochen habe, lassen sich in drei Gruppen aufteilen.

Die Vertreter der ersten Gruppe sind der Ansicht, daß die Technik mit absoluter Gewißheit das für sie richtige Arbeitsgebiet ist. Manche von ihnen sind lediglich noch etwas unsicher, welche Richtung sie einschlagen sollen: Elektronik, Maschinenbau, Bergbau...?

Die Vertreter der zweiten Gruppe zweifeln nicht daran, daß ein technischer Beruf Zukunft hat, interessant und wichtig ist, aber sie sind sich nicht ganz sicher, ob sie die für ihn notwendigen Fähigkeiten auch wirklich besitzen.

Die Vertreter der dritten Gruppe (sie sind in der absoluten Minderheit) beunruhigen sich nicht so sehr darüber, ob sie ihre Fähigkeiten und Neigungen richtig ermitteln können, sondern fürchten vor allem, daß sie ihr „ganzes Leben im Büro versitzen müssen“. Wenn sie nur genau wüßten, ob es ihnen – auch mit viel Arbeitsaufwand – gelingt, einmal eine leitende Stellung einzunehmen.

Am leichtesten läßt sich denen antworten, die sich nur wegen der Wahl des technischen Zweiges Sorgen machen. Natürlich muß man sich für die allgemeine Richtung beizeiten entscheiden. Wer sich beispiels-

weise für den Maschinenbau interessiert, wird sich zunächst einen allgemeinen Überblick verschaffen. Das kann auf verschiedenen Wegen erfolgen. Der erste und einfachste Weg: Man liest Literatur über den Maschinenbau und dringt in die Einzelheiten seiner Entwicklung ein. Bald wird man wissen, worin sich zum Beispiel die Arbeit eines Konstrukteurs von der eines Technologen oder Maschinen- und Anlagenmonteurs unterscheidet.

Der zweite Weg ist komplizierter, nimmt mehr Zeit in Anspruch, ist aber zuverlässiger: Bevor man sich für eine endgültige Fachrichtung entscheidet, erlernt man in einem Maschinenbaubetrieb einen Grundberuf. Ein Maschinenbauer, ein Schlosser oder ein Schmied mit solider Ausbildung und praktischen Erfahrungen wird über viele Feinheiten des gewählten Zweiges der Technik mit Sachkenntnis urteilen können. Außerdem beginnt jeder künftige Spezialist seinen Berufsweg auf etwa die gleiche Weise: Er eignet sich Grundkenntnisse an.

Den Vertretern der zweiten Gruppe ist schwerer zu antworten. Die Wissenschaft bemüht sich seit vielen Jahren um Mittel für die genaue Ermittlung der natürlichen Fähigkeiten und des Talents eines Menschen. Dafür wurden spezielle Forschungseinrichtungen geschaffen, dafür arbeiten Laboratorien, werden Tausende, vielleicht auch Hunderttausende Versuche in der ganzen Welt durchgeführt. Doch bisher gibt es noch keine zuverlässige Methode, befriedigende Ergebnisse zu erzielen.

Die Neigung eines Menschen herauszufinden, sein mitunter sehr tief verborgenes Talent aufzuspüren ist eine sehr komplizierte und nicht immer lösbare Aufgabe. Und trotzdem gibt es meiner Ansicht nach Anzeichen, die mit Sicherheit Hinweise dafür geben, ob die Wahl eines technischen Be-

rufes sinnvoll ist oder nicht. Ich will versuchen, diese Anzeichen kurz zu beschreiben.

Wenn ein Junge oder ein Mädchen Gefallen daran findet, schwierige Physikaufgaben oder mathematische Gleichungen zu lösen, und im Schulunterricht bemüht ist, stets zum Wesen der Sache vorzudringen, so ist das ein gutes Zeichen.

Wenn jemandem nicht nur das Aussehen eines Kraftfahrzeugs oder Transistorgehätes gefällt, sondern er auch das Verlangen verspürt, die Konstruktion und Funktionsweise eines Motors zu verstehen, in das Bauschema eines Transistors einzudringen, so ist das gleichfalls ein gutes Zeichen.

Wenn jemand Spaß am Umgang mit Schlosserwerkzeugen hat, wenn jemand gern bastelt und dabei nicht nur die Arbeiten anderer blind kopiert, sondern nach eigenen Lösungen sucht (und sei es nur beim Bau eines Küchenregals oder eines Schuhgestells), so ist das ebenfalls ein sehr gutes Zeichen.

Wenn ein Junge oder ein Mädchen drei Jahre hintereinander eine technische Arbeitsgemeinschaft besucht hat, ohne das Interesse daran zu verlieren, so ist das schon nicht mehr nur ein gutes Zeichen, sondern nahezu ein direkter Hinweis darauf, daß die Wahl eines technischen Berufes richtig ist.

Wenn es jemandem nicht nur gelingt, die einfachen technischen Zeichnungen in der Schule genau und sauber anzufertigen, wenn er vielmehr hinter den drei Ansichten eines Bauteils ohne besondere Mühe auch das Bauteil in seiner Gesamtheit vor Augen hat, so ist das ebenfalls ein gutes Zeichen.

Wenn jemand die Geduld dafür aufbringt, die Spielzeuglokomotive des kleinen Bruders nicht nur auseinanderzunehmen, sondern sie auch einmal, zweimal oder drei-

mal wieder zusammenzubauen (nach dem ersten Zusammenbauen sind meist „überschüssige“ Teile vorhanden, nach dem zweiten Zusammenbauen sind vielleicht die Räder falsch montiert...), so ist das gleichfalls ein klarer Hinweis auf die Eignung für einen technischen Beruf.

Wenn sich jemand an Maschinen erfreut, ihn die Präzisionsarbeit einer gewöhnlichen Planierdrape begeistert oder die großartige Beweglichkeit eines Portalkrans, wenn ihn das angespannte Geheul von Strahltriebwerken erregt, dann soll er alle Zweifel fallen lassen und sich der Technik zuwenden. Er wird dort am richtigen Platz sein.

Und jetzt zu denjenigen, die von vornherein sicher sein wollen, daß sie möglichst Chefkonstrukteure werden.

„Wenn schon etwas sein, dann auf jeden Fall der beste“, sagte seinerzeit Waleri Pawlowitsch Tschkalow, ein Mensch, den man auf keinen Fall des Eigennutzes oder des Karrierismus verdächtigen kann. Junge Menschen orientieren sich immer an den größten Vorbildern. Und das ist richtig! Man muß nach dem Höchsten streben, natürlich nur auf ehrliche Weise.

Die Vertreter der dritten Gruppe möchte ich jedoch vor folgendem warnen: Wenn man ins Kino geht, merkt man sich die Namen bekannter oder gerade beliebter Schauspieler, aber man wird sich kaum an die unermüdlich für den Film Arbeitenden erinnern, die ihr ganzes Leben nichts anderes als Nebenrollen von wenigen Minuten, Rollen mit wenigen Worten, vielleicht auch stumme Rollen gespielt haben. Dabei gibt es sehr viele solcher Menschen, weit mehr als Stars.

Man braucht nur das Wort „Pilot“ zu hören, und schon fallen einem die Namen berühmter Helden des fünften Ozeans ein, Na-

men von Pionieren der Luftfahrt, Rekordhaltern, Namen von Fliegern, die uns Flugrouten über die Arktis gebahnt haben. Aber neben diesen berühmten Piloten arbeiten Tausende einfacher Flugzeugkommandanten, bescheidene und unbemerkt ihre Aufgaben erfüllende Menschen, die meistens nie genannt werden. Auch der Kosmos wird nicht allein von den wenigen Menschen erobert, die mit Raumfahrzeugen in den interplanetaren Raum aufsteigen, sondern auch von einer ganzen Armee von Konstrukteuren, Technikern, Monteuren, Rechen-technikern, Radarfachleuten, Ärzten, Labo-  
ranten und vielen, vielen anderen Spezialisten.

Die Fortschritte in der Technik beruhen nicht nur auf den Arbeiten der Chefkonstrukteure; stets sind die gemeinsamen Bemühungen von hochtalentierten, schöpferischen und zielstrebigem Menschen, von ehrlichen und gewissenhaften Arbeitern erforderlich. Die Technik braucht Menschen, die ideenreich sind und neue Erkenntnisse in die Praxis umsetzen können. Was man erreichen kann, hängt nicht zuletzt von den eigenen Qualitäten, den eigenen Aktivitäten ab.

Ob ein Mensch glücklich ist, hängt, so glaube ich, hauptsächlich davon ab, ob er mit Freude arbeitet, ob er in seiner Arbeit Befriedigung findet, ob er in seinem Leben voranschreitet oder aber auf der Stelle tritt. Wichtig ist die Sache, nicht der Dienstgrad, nicht der Titel, nicht die formale Stellung in der Gesellschaft. Man kann ein glücklicher Uhrmacher und ein unglückliches Akademiemitglied sein.

Die Technik ist ein Ozean; in ihm kann man unbekannte Kontinente und Inseln entdecken, man kann in ihm aber auch untergehen. Es ist wahr, man kann auch untergehen. Deshalb muß man schwimmen lernen. Je früher, desto besser.

Ich habe in dieses Buch eine Art Kontrollseiten mit Aufgaben zum Überlegen und Lösen aufgenommen. Sie sollen euch helfen, Antwort zu finden auf die Frage, ob ihr euch für einen technischen Beruf eignet.

Natürlich besteht keinerlei Grund zu der Annahme, daß ihr ein beinahe fertiger Ingenieur seid, wenn ihr ohne Mühe selbst alle Aufgaben lösen könnt. Aber die Chance, in der modernen Technik kein umherirrender und enttäuschter Mensch zu werden, ist um so größer, je leichter euch das Lösen dieser Aufgaben fällt.



## Der Junge mit dem großen roten Album

Wir begegneten uns auf einer Industrieausstellung.

Zunächst bemerkte ich das Album, ein großes rotes Album. Dann erweckte sein Besitzer, ein etwa dreizehnjähriger Junge, meine Aufmerksamkeit. Ihn als dick zu bezeichnen wäre übertrieben. Er war wohlgenährt. Auf seinem runden Kopf standen kurzgeschorene Haare nach allen Seiten ab.

Der Junge sah sich lange einen neuen Selbstentladewagen an, kauerte sich später in der Nähe einer Gartenbaumaschine nieder und zeichnete etwas in sein Album. Ich ging meinen Weg weiter und hätte mich wahrscheinlich niemals mehr an den Jungen mit dem großen roten Album erinnert, wenn sich unsere Wege an diesem Tag nicht noch öfters gekreuzt hätten.

Das Bild wiederholte sich: Der Junge stand oder kauerte in der Nähe irgendeiner Maschine und zeichnete etwas in sein Album. Schließlich begann ich mich für sein Tun zu interessieren und beobachtete ihn. Jetzt sah er sich einen Bagger an. Er ging mehrere Male um den Bagger herum, stand kopfschüttelnd vor dem mit Zähnen versehenen Baggereimer und begann wieder zu zeichnen.

Es war ein ganz gewöhnlicher Bagger, der nur deshalb in der Ausstellung stand, weil es den Konstrukteuren gelungen war, den stählernen Maulwurf kleiner als üblich zu bauen, wodurch er manövrierfähiger geworden war.

Ich trat näher heran und blickte unter Nichtbeachtung der strengen Regeln des Anstands

über die Schultern des Jungen hinweg ins Album. Und was sah ich? Über eine Doppelseite hinweg war folgendes gezeichnet: ein Baggereimer (übrigens dem Original sehr ähnlich), daneben eine Schaufel (eine gewöhnliche kleine Schaufel) sowie eine menschliche Hand. Der Maßstab dieser unterschiedlichen Gegenstände war offenbar absichtlich nicht eingehalten worden: Baggereimer, Schaufel und Hand waren gleich groß.

Unerwartet drehte sich der Junge um. Unsere Blicke trafen sich.

„Sie interessieren sich?“ fragte er und sah mich mit aufmerksamen, forschenden Augen an.

Ich entschuldigte mich für meine unanständige Neugier, und wir machten uns miteinander bekannt.

Es stellte sich heraus, daß er hauptsächlich die Maschinen gezeichnet hatte, mit denen er nicht einverstanden oder unzufrieden war. So hatte beispielsweise das neue mächtige Selbstentladefahrzeug deshalb einen Platz in seinem Album gefunden, weil ihm der Wagenkasten nicht gefiel.

„Wieder haben sie einen Wagenkasten gebaut, der nach hinten kippt. Das ist schlecht, das taugt zu gar nichts. Der Kraftfahrer muß sich beim Entladen extra umsehen und verliert Zeit für das ‚Hin und Her‘. Und es ist gefährlich. Beispielsweise, wenn auf einem schmalen Staudamm entladen werden muß.“

Der Junge war von der Richtigkeit seiner Ansicht absolut überzeugt, und es war einfach unmöglich, ihn von der einmal gewonnenen Meinung abzubringen. Ich sagte ihm, daß Selbstentladefahrzeuge, die zur Seite kippen, hergestellt würden und es erstens schwierig sei, sofort alle anderen Maschinen umzubauen, zweitens dieses Umbauen sicher auch nicht unbedingt notwendig wäre.

„Nein. Es muß unbedingt umgebaut werden. Und daß es schwierig ist, das stimmt, aber alles ist meistens nicht leicht.“

Es war ein sehr eigenartiger Junge. Er diskutierte und urteilte wie ein Erwachsener. Er sprach wie ein Mensch mit großer Lebenserfahrung. Jungenhaft war nur seine Starrköpfigkeit. Er fuhr fort: „Und dem Bagger hier liegt ein falsches Prinzip zugrunde.“ (Genau so drückte er sich aus: ...liegt ein falsches Prinzip zugrunde.) „Es wurde eine gewöhnliche Schaufel genommen und zweihundertfünfzigfach vergrößert. Was ergibt sich? Die Erde wird geschöpft, bewegt, ausgeschüttet, dann wird die leere Schaufel zurückgeführt, stimmt's? Notwendig wäre aber, daß die Erde ununterbrochen ausgehoben und zur Seite befördert wird.“

Ich konnte mich nicht mehr zurückhalten: „Aber diese Maschinen mit ‚falschem Prinzip‘ haben geholfen, Tausende von Kraftwerken, Tausende von Betrieben zu bauen, eine unendliche Anzahl von Baugruben für Wohnhäuser auszuheben. Muß man sie so scharf kritisieren?“

Der Junge erregte sich überhaupt nicht. „Natürlich muß man! Es ist Zeit, sie ins Museum zu stellen. Für alles, was sie bisher geleistet haben, sei ihnen gedankt. Jetzt braucht man aber diese Maschinen!“ Und er zeigte mir zwei Zeichnungen. Auf der ersten Zeichnung erkannte ich eine Maschine für Erdarbeiten mit kontinuierlichem Betrieb: An einem großen Rad waren sechs Baggereimer befestigt, sie fraßen sich nacheinander in den Boden und schütteten das Gestein auf ein endloses Transportband. Auf der anderen Zeichnung war etwas dargestellt, was sehr an einen gigantischen Fleischwolf erinnerte: Zwei Fräsen zerkleinerten das Erdreich, das dann von einem Schneckengetriebe von der Aushubstelle wegtransportiert wurde.

„Du willst diese Dinge bauen?“ fragte ich. Und ich hätte mich nicht gewundert, wenn er mit Ja geantwortet hätte. Wovon träumt man nicht alles mit dreizehn Jahren!

„Nein“, sagte der Junge, „vorläufig habe ich nicht die Absicht, etwas zu bauen; außerdem weiß ich überhaupt nicht, ob ich jemals irgend etwas Vernünftiges bauen werde. Ich will einfach verstehen, wie man es nicht machen darf. Ich möchte fremde Fehler sammeln.“

Fehler! Wer hat denn in seinem Leben noch keine Fehler gemacht? Selbst der berühmte Grieche Aristoteles lehrte, daß die Fallgeschwindigkeit der Körper von ihrem Gewicht abhängt. Er war davon überzeugt, daß eine Kugel von 10 Minen zehnmal schneller fällt als eine Kugel von 1 Mine (Mine war eine Gewichtseinheit der alten Griechen). Nahezu 2000 Jahre lang entdeckte niemand diesen Irrtum. Erst durch Galileo Galilei wurde diese falsche Vorstellung beseitigt.

Und was schrieb Michail Wassiljewitsch Lomonossow vor etwas mehr als zweihundert Jahren? „Als Metall bezeichnet man einen hellen Körper, der sich schmieden läßt. Es gibt nur sechs: Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Eisen und Blei. Sie werden in hohe und einfache Metalle aufgeteilt. Ihr Unterschied besteht darin, daß die hohen Metalle durch Feuer allein, ohne die Hilfe anderer Materie, nicht zu Asche verbrannt werden können; die einfachen Metalle dagegen werden allein durch die Kraft des Feuers in Asche umgewandelt.“

Auch das war ein Irrtum, der Fehler eines Genies.

Warum regte sich in mir ein feindseliges Gefühl gegenüber dem Jungen, der den Wunsch hatte, die Irrtümer und Fehler anderer zu sammeln und zu studieren?

Ich bemühte mich, mir nichts anmerken zu lassen, und schaute das Album weiter an.

Besonders erinnere ich mich an eine Seite: Sie war völlig mit Schraubenmuttern und Schrauben unterschiedlicher Größen vollgezeichnet.

„Was ist das“, fragte ich, „ein Überblick über Befestigungselemente?“

„Nein“, sagte der Junge, „hier sind alle Muttern und Schrauben zusammengetragen, die in einer einzigen Maschine verwendet worden sind. Können Sie sich vorstellen, welche Quälerei das für die Schlosser ist? Hundert Schraubenschlüssel müssen verwendet werden, um nur die Befestigungen zu kontrollieren.“

Hier gab es nichts einzuwenden. Tatsächlich, zu häufig vergessen die Konstrukteure diejenigen, die ihre Maschinen warten und reparieren sollen.

„Haben Sie gesehen, wie sich die Kraftfahrer bei einem Reifenwechsel plagen müssen?“

„Was heißt gesehen, selbst habe ich schon einige Male darunter gelitten!“

„Man kann aber ein Rad mit abnehmbarem Felgenreand herstellen. Man schraubt den Felgenreand ab, zieht den Reifen herunter, wechselt den Schlauch – und bitte sehr, man kann den Felgenreand wieder anschrauben.“

„In der Luftfahrt wird das seit langem so gemacht“, sagte ich.

„Da sehen Sie es...“

„Höre“, sagte ich, „sammelst du nur Fehler und Irrtümer oder auch gut durchdachte, scharfsinnige Lösungen?“

„Aber natürlich! Das Gute sammle ich auch. Das habe ich nur in einem anderen Album, in einem blauen.“

„So. In einem blauen Album, sagst du. Gut. Und schlägst du selbst irgend etwas Neues vor?“

„Vorläufig wenig“, sagte der Junge und senkte den Kopf. „Wenn Sie wollen, kann ich Ihnen einiges zeigen.“

„Na, dann zeig mir mal, was du hast.“

Der Junge zog aus seiner Tasche ein Notizbuch, raschelte mit den Seiten und zeigte mir etwas, womit ich auf den ersten Blick nichts anfangen konnte: Ein gleichseitiges Dreieck war auf einer Achse befestigt. An jedem Winkel des Dreiecks war ein kleines Rad angebracht.



„Ein dreieckiges Rad erhöhter Gangbarkeit“, sagte der Junge und sah mich sehr ernst an. „Auf ebener Strecke vollzieht sich die Bewegung auf zwei kleinen Rädern, auf einer schlechten Strecke, beim Durchlaufen von Rinnen, Schlaglöchern und anderen Vertiefungen dreht sich das ganze Dreieck. Ich habe mit Hilfe eines Baukastens ein Modell gebaut, und wissen Sie, das Rad funktioniert gut. Wahrscheinlich läßt sich dieses Prinzip bei Traktoren anwenden.“

Deutliche Ungereimtheiten konnte ich in seiner Lösung nicht finden. Aber dreieckige Räder? Das kam doch äußerst unerwartet. Ich sagte: „Interessant...“

„Auch ich finde das interessant“, kam es wie ein Echo.

Dann zeigte er mir noch eine Skizze. Auf der Rückscheibe eines Kraftfahrzeugs waren große Zahlen zu sehen: 20, 40, 60, 80,

100, 120. Über die Scheibe hinweg war irgendein Streifen gezeichnet und auf das Wagendach eine Leuchte.

„Ein Reflektor überträgt die Anzeige des Tachometers auf die Rückscheibe. Der weiße Streifen ist die Projektion des Zeigers. Steht der Streifen auf der Zahl Vierzig, so bedeutet das, daß Sie mit einer Geschwindigkeit von vierzig Kilometern in der Stunde fahren. Erhöhen Sie die Geschwindigkeit, so wandert der Streifen zur Zahl Sechzig und dann zur Achtzig. Jeder Polizist kann genau feststellen, ob Sie die vorgeschriebenen Geschwindigkeiten einhalten.“

„Und wozu dient die Leuchte?“

„Die Leuchte wird automatisch eingeschaltet, wenn der Zeiger des Tachometers die Einhundert auf der Skale erreicht. Die Lampe ist mit einem Relais gekoppelt, so daß die Leuchte blinkt. Und alle sehen sofort, das Auto fährt mit zu großer Geschwindigkeit.“

„Interessant“, sagte ich abermals und wunderte mich immer mehr über die Ideen, die Logik und die Gedankengänge des Jungen.

„Meiner Ansicht nach könnte das ebenfalls von Nutzen sein“, meinte er und blätterte weiter in seinem Notizbuch.

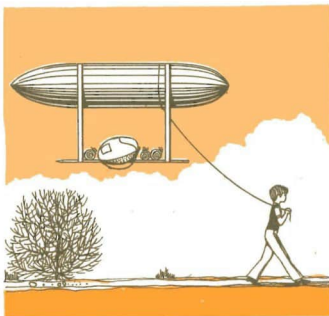
Jetzt sah ich etwas, was die Form eines aus Zigarren bestehenden Floßes hatte. Offenbar handelte es sich um leichte, aufblasbare Ballons. Die „Zigarren“ wurden durch Bänder zusammengehalten. An zwei breiten Tragurten hingen ein Rucksack, ein zusammengelegtes Zelt und Zeltstangen. Alle diese Dinge waren auf eine Höhe von 2 bis 2,5 Metern über der Erdoberfläche angehoben. Die Höhe ließ sich aus der Größe des Menschen abschätzen, der daneben gezeichnet war und das merkwürdige Luftfahrzeug an einer Leine führte.

„Was ist das?“

„Ein Mikroluftschiff für den Transport von Touristenausrüstungen und anderer kleiner Lasten. Es könnte in Gebieten eingesetzt werden, die für Autos unzugänglich oder überhaupt schwer begehbar sind. Das Luftschiff wird aus kleinen Ballons zusammengebaut und kann von einem Menschen oder auch durch ein Boot oder ein Pferd bewegt werden. Drei zigarrenförmige Ballons werden genommen, damit das kleine Luftschiff zuverlässig ist. An den Rastplätzen befestigt man es am Boden, wo man es auch als Luftmatratze verwenden kann.“

Noch lange erstaunte mich der Junge mit seinen scharfsinnigen Projekten, mit seinen aufrührerischen Ansichten, die sich nicht mit der üblichen Denkweise abfanden.

Wir trennten uns freundschaftlich. Er entfernte sich ohne Eile und trug sein rotes Album unter dem Arm mit sich fort. Ich sah ihm noch lange nach und dachte: Wen habe ich auf dieser Ausstellung getroffen — ein sich entwickelndes Genie oder einfach einen interessanten Jungen?





## Zum Überlegen und Lösen

(Antworten)

1. Der Lampenzylinder entspricht dem Schornstein über einer Feuerung. Durch die Erzeugung einer Luftströmung – Zug genannt – verbessert er die Bedingungen für das Entstehen und Aufrechterhalten des Feuers. Bereits der berühmte Leonardo da Vinci hat einen Lampenzylinder vorgeschlagen. Sein Zylinder bestand allerdings nicht aus Glas, sondern aus einem feinen Drahtnetz. Die Konstruktion und der Verwendungszweck dieses mittelalterlichen Gegenstands unterschieden sich aber nicht von dem gläsernen Lampenzylinder unserer Vorfahren.

2. Mit den fünf Dreien muß man wie folgt verfahren:

$$3^3 + 3 + \frac{3}{3} = 31.$$

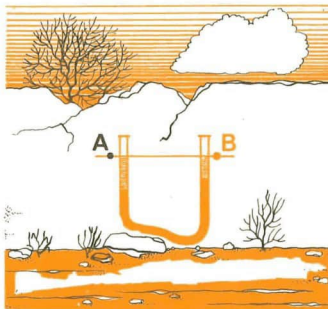
3. Nimm ein beliebiges Gefäß, in das die Gabel vollständig hineinpaßt, und füll es bis zum Rand mit Wasser! Dann stell das Gefäß in einen Teller oder in eine Schüssel und tauche die Gabel hinein! Es ist klar, daß etwas Wasser aus dem Gefäß in den Teller oder in die Schüssel überlaufen wird. Gieß dieses Wasser in ein Meßgefäß – das Wasservolumen ist gleich dem Volumen der Gabel.

4. Das Blatt oder die unregelmäßige Figur muß auf Millimeterpapier gelegt werden (notfalls reicht auch kariertes Schreibpapier). Dann sind die Umrisse des zu messenden Blattes oder der Figur mit Bleistift nachzuzeichnen und die Anzahl der von dieser Linie umschlossenen Quadrate auszuzählen. Damit man sich bei der Zäh-

lung nicht irrt, strichlele man zunächst die vollen Quadrate, notiere, wie viele es sind, und setze erst dann die Quadrateile zu vollen Quadraten zusammen und notiere die Anzahl der zusammengesetzten Quadrate. Addiert man beide Zahlen, so kann man nun die Gesamtfläche der Figur leicht errechnen.

5. Um die Aufgabe zu lösen, braucht man nur einen Schlauch mit Glasröhren an den Enden. Füll den Schlauch mit Wasser! Bring das eine Ende an den Punkt A, das andere etwas seitlich davon! Markiere den Punkt B! Der Wasserspiegel in der rechten Glasröhre liegt in derselben waagerechten Ebene wie der Wasserspiegel in der linken Glasröhre. Verbindest du die Punkte A und B durch eine Gerade, so erhältst du die gesuchte waagerechte Linie.

Als die Isaak-Kathedrale gebaut wurde, standen die Erbauer vor einem ähnlichen Problem: Alle als Fundament in die Erde gerammten Pfähle mußten oben in gleicher Höhe abgeschnitten werden. Der Baumeister der Kathedrale ordnete an, die Baugrube mit Wasser zu füllen. Nachdem der Wasserspiegel die erforderliche Höhe erreicht hatte, brachten die



Bauleute an allen Pfählen Markierungen an. Dann pumpten sie das Wasser wieder heraus und sägten die Pfähle in der Höhe der Markierungen ab.

6. Man braucht den Nagel oder das Stück Draht nur mit Sandpapier oder einem anderen Gegenstand zu reiben; er wird sich dabei schnell und fühlbar erwärmen. Unsere Vorfahren haben auf diese Weise, nämlich durch Reibung, Feuer erzeugt. Sicher ist euch die Lösung der Aufgabe nicht schwergefallen, trotzdem gilt: Man darf die Erfahrungen, die vor unserer Zeit gemacht wurden, nie aus den Augen lassen. Nur auf ihrer Grundlage können neue Erkenntnisse gewonnen werden.

7. Hier ist die „Lösungstabelle“:

$$2 + 6 + 3 + 4 + 5 - 8 = 12$$

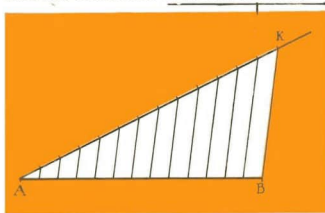
$$9 - 8 + 1 + 3 + 5 + 2 = 12$$

$$8 + 6 + 1 - 7 + 9 - 5 = 12$$

$$3 - 2 - 1 + 4 + 5 + 3 = 12$$

$$7 + 9 + 8 - 4 - 3 - 5 = 12$$

8. Wir bezeichnen die Strecke, die geteilt werden soll, mit  $\overline{AB}$ . Dann zeichnen wir vom Punkt A aus eine zur Strecke  $\overline{AB}$  geneigte Gerade und tragen auf ihr, beginnend beim Punkt A, 13 gleich lange Abschnitte ab (die Länge der einzelnen Abschnitte ist ohne Bedeutung, wichtig ist nur, daß alle Abschnitte gleich lang sind). Das Ende des letzten Abschnitts, der Punkt K, wird mit dem Punkt B verbunden. Nun



brauchen wir nur noch durch jeden Punkt der Strecke  $\overline{AK}$  die zu  $\overline{KB}$  parallele Gerade zu ziehen. Die Schnittpunkte dieser Parallelen mit der Strecke  $\overline{AB}$  teilen  $\overline{AB}$  in 13 gleich lange Abschnitte.

9. Hier ist die Tabelle mit den ergänzten Zahlen:

$$7 + 2 - 4 = 5$$

$$+ \quad - \quad + \quad +$$

$$5 - 2 + 5 = 8$$

$$- \quad + \quad - \quad -$$

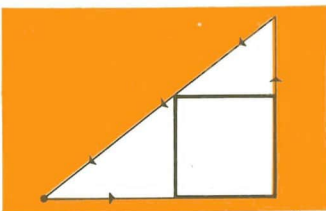
$$7 + 5 - 6 = 6$$

$$= \quad = \quad = \quad =$$

$$5 + 5 - 3 = 7$$

10. Es ist eine Multiplikationstabelle.

11. Hier die zeichnerische Lösung der Aufgabe:



12. Leg zunächst auf jede Waagschale drei Kugeln! Besteht Gleichgewicht, dann ist die leichtere eine der beiden restlichen Kugeln. Leg diese beiden Kugeln auf die Waagschalen. Die leichtere Kugel ist dann bei dieser zweiten Wägung einfach herauszufinden.

Besteht bei der Wägung mit den zweimal drei Kugeln kein Gleichgewicht, so ist die leichtere Kugel unter den drei Kugeln zu finden, die leichter sind. Von diesen drei Kugeln werden zwei auf jeweils eine Waagschale gelegt. Bei Gleichgewicht ist die dritte Kugel die leichtere, anderenfalls hebt sich die Waagschale mit der leichteren Kugel.



$$\begin{array}{r}
 13. \quad 4 + 9 + 2 = 15 \\
 \quad \quad + \quad + \quad + \\
 \quad \quad 3 + 5 + 7 = 15 \\
 \quad \quad + \quad + \quad + \\
 \quad \quad 8 + 1 + 6 = 15 \\
 \quad \quad = \quad = \quad = \\
 \quad \quad 15 \quad 15 \quad 15
 \end{array}$$

14. Ja, die Nadel kann schwimmen. Allerdings nur unter bestimmten Bedingungen. Du kannst sie leicht herstellen: Nimm ein Trinkglas und füll es so weit mit Wasser, daß die Flüssigkeit ein ganz klein wenig über dem Rand steht! Jetzt nimm die Nadel und leg sie sehr vorsichtig auf die Wasseroberfläche! (Am besten ist es, wenn man die Nadel vom Rand zur Mitte bewegt.) Die Nadel sinkt nicht, sie schwimmt. Sollte der Versuch mehrmals mißlingen, so fette die gut abgetrocknete Nadel etwas ein! Und warum schwimmt die Nadel? Die Wasseroberfläche hat eine besondere Eigenschaft, sie hat eine Oberflächenspannung. Diese Oberflächenspannung hält die Nadel an der Wasseroberfläche.

15. Auch hier liegt die Ursache in der Oberflächenspannung der Flüssigkeit. Wasser hat eine größere Oberflächenspannung als eine Seifenlösung. Deshalb bewegen sich die feinen Bläschen nach allen Seiten auseinander.

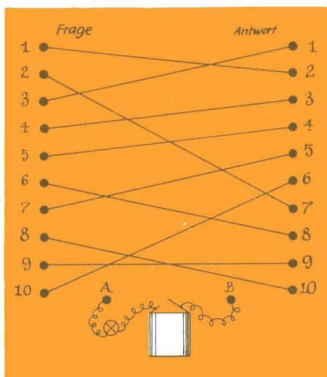
16. Man lege den Besen so auf die beiden ausgestreckten Zeigefinger, daß er sich in waagerechter Lage im Gleichgewicht befindet. Danach beginnt man, die Finger einander langsam zu nähern, ohne daß der Besen dabei aus dem Gleichgewicht gerät. Der Punkt, in dem sich die Finger treffen, liegt genau unter dem Schwerpunkt.

17. Möglich ist zum Beispiel, die Streichhölzer vorher in geschmolzenes Wachs zu

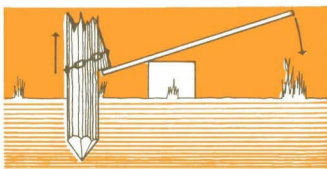
tauchen. (Dazu braucht man einen Kerzenstummel und eine leere Konservendose.) Übrigens brennen mit Wachs überzogene Streichhölzer selbst bei Wind besser als gewöhnliche Streichhölzer.

18. Es ist  $7 - 5 - 2 = 0$ . Und hier „liegt der Hund begraben“! Division durch Null ist verboten.

19. Die folgende Zeichnung beantwortet die Frage.



20. Ich glaube, die Zeichnung zeigt die Lösung deutlich. Es sei nur noch folgendes bemerkt: Anstelle der Kette kann auch ein dicker Draht oder ein festes Seil verwendet werden.



## Kleine Ratschläge

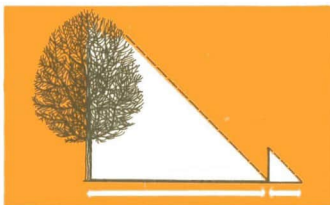
Wir haben bereits über den hohen Wert der Erfahrung gesprochen, und ich empfehle aufrichtig, die Erkenntnisse der Meister, selbst wenn sie noch so klein sind, zu sammeln und zu bewahren. Wenn du schon eine „Sparbüchse“ für die gesammelten Erfahrungen angelegt hast, so gestatte auch mir, ihr einige „Münzen“ hinzuzufügen.

Bevor man mit dem Streichen von Metallteilen beginnt, müssen sie gründlich entrostet (Drahtbürste, Schmirgelpapier) und mit Seifenlösung abgewaschen sein, damit kein Fett daran haftet. Nach einer solchen Vorbehandlung hält die Farbe besser und länger.

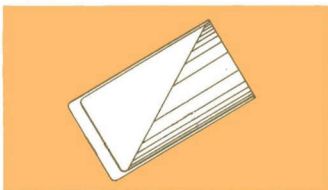
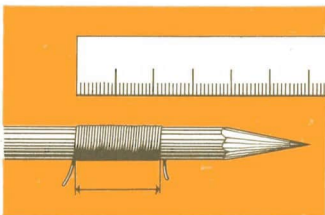
Wenn man viel zu zeichnen hat, insbesondere Schaltungen, so benutzt man für die wichtigsten Symbole Schablonen. Es zeichnet sich dann leichter, und die Symbole sehen besser aus.

Die Höhe eines Baumes (oder eines anderen Gegenstandes) läßt sich schnell und fehlerfrei aus dem Schatten bestimmen. Dazu stellt man in den Gipfelpunkt des Schattens einen Stab von 1 Meter Länge. Dann wird die Länge der Schatten gemessen. Dividiert man die Schattenlänge des Baumes durch die Schattenlänge des Meterstabes, so erhält man die Höhe des Baumes (siehe Bild rechts, oben).

Der Durchmesser eines Fadens oder eines dünnen Drahtes soll ermittelt wer-



den. Wie kann man verfahren? Zunächst wickelt man 20 Windungen des Fadens oder des Drahtes auf einen Bleistift und mißt mit einem gewöhnlichen Lineal die Breite der Wicklung. Teilt man die erhaltene Länge durch die Anzahl der Windungen, so hat man den gesuchten Durchmesser. Dabei muß allerdings beachtet werden, daß die Windungen dicht aneinander liegen.



Wie kann man die Flüssigkeitsmenge bestimmen, die ein Glas genau zur Hälfte füllen soll, wenn kein Volumenmeßgerät zur Verfügung steht? Die Abbildung be-

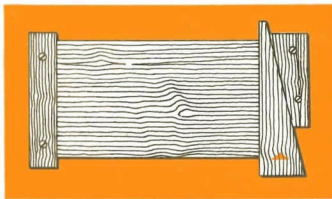
antwortet diese Frage anschaulich und verständlich.

Es ist praktisch nicht möglich, alle erforderlichen Werkzeuge, Instrumente und Vorrichtungen zu Hause zu haben, selbst wenn man das wollte. Allein an sogenannten Hebelinstrumenten (Kneifzange, Flachzange, Kombizange, Schere, Pinzette usw.) sind mehr als 500 im Gebrauch, ganz zu schweigen von den vielfältigen Bohrern und Bohrmaschinen oder den Feilen aller Größen, Formen und unterschiedlichen Feilhieben.

Es empfiehlt sich deshalb, selbst Konstruktionen einfacher und teilweise nicht ersetzbarer Vorrichtungen zu finden.

Im folgenden einige Beispiele:

Klebt man auf ein ebenes Stück Holz



(Maße: 250 mm × 20 mm × 5 mm) einen Streifen Schmirgelpapier, so erhält man ein bequem zu handhabendes Werkzeug für die Endbearbeitung von Bauteilen. Ein im Feuer auf Rotglut gebrachter Draht kann einen kleinen Bohrer weitgehend ersetzen, wenn dünne Platten und Brettchen oder verschiedene Plaste bearbeitet werden sollen.

Gewöhnliche Holzkeile können in der häuslichen Werkstatt als Klammern oder auch als Pressen verwendet werden. (Vergleiche hierzu das Bild links unten!)

Kleine Nägel und Schrauben lassen sich oft nur schwer aufnehmen. Ein Magnet oder eine Kugel aus Knetmasse können Abhilfe schaffen. Mit ihrer Hilfe bekommen wir die Nägel und Schrauben besser „in den Griff“.

Ich habe nur einige einfache Vorrichtungen aufgezählt, nur wenige Beispiele genannt. Wenn du nachdenkst und dich umsiehst, wirst du diese Aufzählung ohne Schwierigkeit fortsetzen können.

Was muß man tun, um einen Defekt zu beseitigen? Nehmen wir den einfachsten Fall an: Die Taschenleuchte versagt plötzlich ihren Dienst. Zunächst ist festzustellen, welcher Teil defekt ist. Hierfür kann man die Taschenleuchte in ihre Einzelteile zerlegen und alles überprüfen. Da die Taschenleuchte eine einfache Konstruktion ist, wird man den Defekt wahrscheinlich schnell finden. Besser ist jedoch, wenn man sich an ein logisches Schema hält.

Vielleicht brennt die Taschenleuchte nicht, weil der Federkontakt zur Batterie schwach geworden ist.

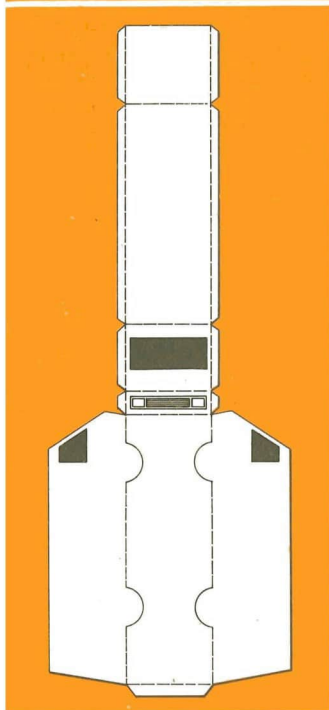
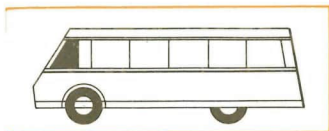
Der Kontakt wird überprüft. Die Leuchte brennt trotzdem nicht.

Es kann auch die Glühlampe durchgebrannt sein.

Die Glühlampe wird gegen eine neue ausgetauscht. Die Leuchte brennt trotzdem nicht.

Vielleicht ist die Batterie verbraucht?

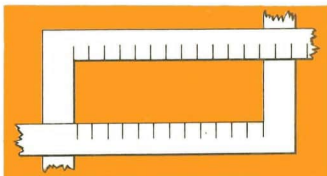
Man nimmt die Batterie heraus und prüft sie mit Hilfe einer Glühlampe. Die Glühlampe brennt. Das bedeutet, daß die Batterie in Ordnung ist.



In diesem Falle muß der Schalter defekt sein, denn die Überprüfung hat gezeigt, daß alle anderen Teile funktionieren.  
Ich sagte bereits, daß die Taschenleuchte

eine einfache Konstruktion darstellt. Wenn man Fehler bei komplizierteren Konstruktionen finden muß, ist das Vorgehen in logischer Reihenfolge noch sehr viel wichtiger. Sonst findet man den Fehler möglicherweise überhaupt nicht und verliert nur unnütz Zeit. Zur Übung kann man sich zum Beispiel ein Schema für die Reparatur einer Klingel aufstellen.

Wenn man Quadrate oder Rechtecke bestimmter Abmessungen aus Papier schneiden möchte, so fertigt man zunächst aus steifem Karton zwei Winkel an, die auf jedem Schenkel eine Teilung haben. Diese einfachen Hilfsmittel gestatten es, ohne Schwierigkeiten rechteckige oder quadratische Formate beliebiger Abmessungen aufzuzeichnen, und garantieren zugleich, daß jeder Winkel ein rechter ist.



Kinder haben Spielzeug, die einen mehr, die anderen weniger. Es ist nicht schwer, die Spielzeugschachtel der kleineren Geschwister zu bereichern, man muß nur seine Phantasie zu Hilfe nehmen. (Anregung: Bild links.)

Über neue Spielsachen von eigener Hand werden sich die Geschwister ganz gewiß freuen. Und selbst hat man auch einen Gewinn: Man erhöht beim Bauen seine Fingerfertigkeit.

## Kalenderblätter

**1883**

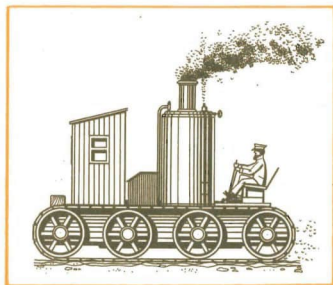
G. Daimler und W. Maybach entwickeln den Benzinmotor

**1885**

G. Daimler baut das erste Auto mit Benzinmotor, 1886 das erste Motorzweirad

**1888**

F. A. Blinow baut einen Dampftraktor



**1889**

G. Eiffel errichtet in Paris in Stahlkonstruktion einen 305 Meter hohen, nach ihm benannten Turm

**1890**

O. Lilienthal führt erste Flüge mit einem Gleitflugzeug aus

**1894**

In Frankreich findet das erste internationale Autorennen statt

**1897**

R. Diesel konstruiert einen Motor mit Selbstzündung infolge Verdichtung

**1900**

Das erste lenkbare Luftschiff vom Typ Zeppelin entsteht

**1901**

Erster Versuch zur Herstellung einer Funkverbindung über den Atlantik

**1903**

K. E. Ziolkowski veröffentlicht seine Arbeit „Untersuchung der Welträume mit strahlgetriebenen Apparaten“.

Die Brüder Wright führen den ersten Flug in einem Motorflugzeug durch

**1909**

N. Gerassimow schlägt das Projekt eines Strahltriebwerks vor

**1911**

A. N. Krylow baut gemeinsam mit R. M. Wetzer eine Rechenmaschine für die Integration von Differentialgleichungen

**1913**

Im Automobilwerk von H. Ford wird das Fließband eingeführt

**1915**

H. Junkers baut das erste Ganzmetallflugzeug

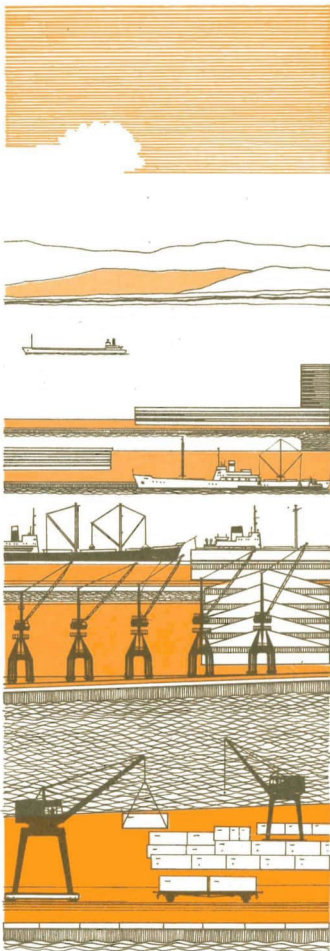
**1919**

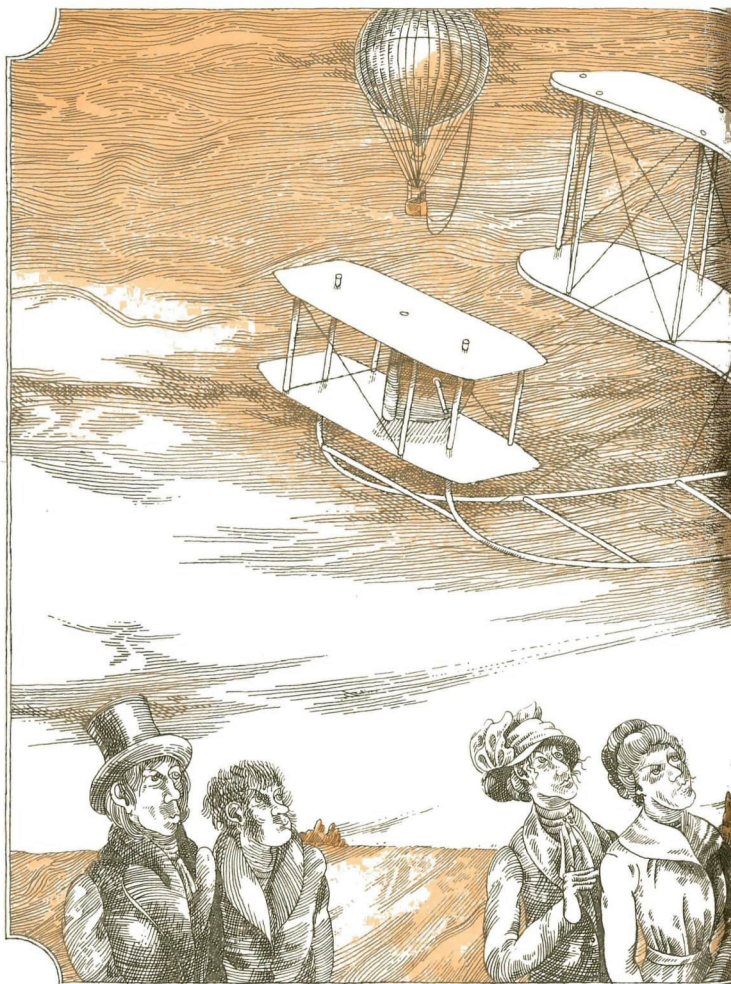
M. A. Bontsch-Brujewitsch baut Elektronenröhren für sehr hohe Leistungen mit Wasserkühlung

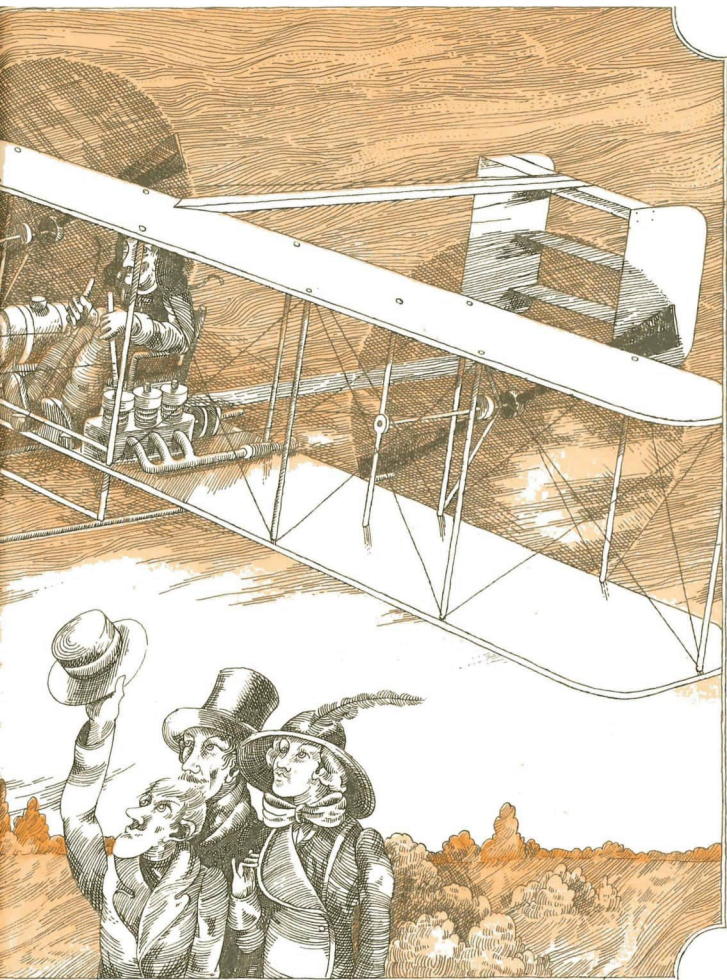


## Fragen ohne Antworten

1. Welches war die Erfindung, für die T. A. Edison als 21-jähriger sein erstes Patent erhielt?
2. Wann und wo wurde in der DDR das erste Kernkraftwerk errichtet?
3. Wer war K. E. Ziolkowski und wodurch wurde er bekannt?
4. Welcher Brennstoff hat den größeren Heizwert – Benzin oder Dieselöl? Wie groß ist der Unterschied?
5. Wozu dient ein Akkumulator, wo wird er angewandt und worin bestehen seine hauptsächlichlichen Vor- und Nachteile?
6. Wer war J. R. Mayer und wodurch wurde er bekannt?
7. Wo und wozu werden Poller verwendet?
8. Wie heißt das Verfahren, bei dem feste Stoffe durch Tränken mit besonderen Lösungen oder Emulsionen wasserdicht, feuerhemmend oder beständig gegen Fäulnis gemacht werden?
9. Welche Typen von Kränen kennst du?
10. Wer war Justus von Liebig und wodurch wurde er bekannt?







## Über das Zeitgefühl, die Fähigkeit der Vorausschau und die Kampfbereitschaft

Vor etwa 2000 Jahren lebte Heron von Alexandria. Er war ein hervorragender Mathematiker, Geodät (Landmesser) und Techniker seiner Zeit. Sein Name ist mit dem nach ihm benannten Heronsball für immer in die Geschichte der Technik eingegangen. Der Heronsball ist ein auf zwei Stützpunkten beweglich gelagertes kugelförmiges Gefäß mit angesetzten Röhren, an deren Enden sich Düsen befinden. Diese Röhren befinden sich an gegenüberliegenden Stellen, und ihre Enden sind rechtwinklig abgebogen. Der Ball wird mit Wasser gefüllt, unter ihm ein Feuer entzündet. Siedet das Wasser, bildet sich Dampf. Dadurch steigt der Druck im Ball, der Dampf tritt mit hoher Geschwindigkeit durch die Düsen aus und versetzt das ganze System in drehende Bewegung.

Der Heronsball ist das Grundprinzip, auf dem unsere Dampfturbine beruht. Warum aber wurde dieses Prinzip nicht schon damals für eine arbeitende, den Menschen nützliche Maschine genutzt? Warum blieb der Heronsball nur ein Spielzeug, scharfsinnig und ungewöhnlich in seiner Konstruktion, aber eben nur ein Spielzeug? Vor allem deshalb, weil eine Gesellschaft, der die billige Arbeitskraft der Sklaven zur Verfügung stand, kein Interesse an hochproduktiven Maschinen hatte. Heron war seiner Zeit weit voraus.

Damals wurden auch andere Naturerscheinungen entdeckt und teilweise praktisch genutzt. So stellte man beispielsweise fest,

daß erhitzte Luft (sie dehnt sich aus) eine Flüssigkeit verdrängen kann. Diese wichtige Entdeckung fiel in die Hände der Priester, und die „heiligen Väter“ nutzten sie für ihre betrügerischen Zwecke aus: Vor einer Gottesstatue wurde ein Opferfeuer entzündet; nachdem einige Zeit vergangen war, begannen aus den Augen der Figur „Tränen“ zu fließen. Die Gläubigen konnten natürlich nicht wissen, daß sich in der Opferstatue ein geschlossenes, mit Luft gefülltes Gefäß befand, das über eine dünne Röhre mit einem Wasserbehälter im Kopf der Statue verbunden war. Die durch das Feuer erhitzte, sich ausdehnende Luft entwich über die Röhre in den Wasserbehälter, wo sie die Flüssigkeit verdrängte. Diese trat durch Öffnungen in den Augen der Statue nach außen. Dasselbe Prinzip wurde für den Bau sich selbstöffnender Türen in Tempeln und andere „Wunder“ ausgenutzt. Für produktive Zwecke fand es keine Anwendung.

Dennoch schufen die Ingenieure des Altertums erstaunliche Dinge: komplizierte Tunnel, Wasserleitungen, eine Vielzahl von Hebelmaschinen, ein Meßrad, das die von einem Wagen zurückgelegte Wegstrecke maß, chirurgische Instrumente, die einigen unserer Zeit ähnlich sind, sie bauten automatische Puppen und erfanden die Schraube.

Entdeckungen und Erfindungen wurden – wie auch in späterer Zeit – nur soweit genutzt, als ein gesellschaftliches Interesse dafür bestand. So blieben der von Leonardo da Vinci entworfene Fallschirm und Hubschrauber nur Skizzen, obwohl ihre genialen Konstruktionen uns noch heute erstaunen lassen. Zudem hätten für die Verwirklichung manch genialer Idee auch die technischen Voraussetzungen gefehlt.

Man kann die Technik in zwei große Bereiche gliedern, die miteinander in ständi-



ger Wechselbeziehung stehen. Der erste Bereich trägt perspektivischen Charakter; hier werden die Wege in die Zukunft gebahnt. Der zweite Bereich beschäftigt sich mit der Gegenwart; hier werden die technischen Probleme von heute und mitunter auch von morgen gelöst.

Wenn jemand fragt, in welchem Bereich er später einmal arbeiten soll, so muß man ihm sagen, daß dies vor allem von seinen Neigungen und Fähigkeiten sowie von seinem Charakter abhängt.

Ein ehrgeiziger, ungeduldiger Mensch, der die Begeisterung und das Lob der anderen Menschen schätzt und für den das sichtbare Resultat seiner heutigen Bemühungen wichtig ist, wird es im ersten Bereich sehr schwer haben, selbst wenn er eine hervorragende Arbeit leistet. Es gibt aber Menschen, die das Suchen am höchsten schätzen, die Freude daran haben, Antwort auf komplizierte Fragen gefunden zu haben, scheinbar Unerklärliches erklären zu können und Dinge zu konstruieren, die auf herkömmliche Weise nicht zu schaffen sind. Diese Menschen haben ihren Platz im ersten Bereich.

Vor einiger Zeit war ich in einem Forschungsinstitut. Seine jungen Mitarbeiter beschäftigten sich mit einem erregenden Problem: Sie wollen die Gesetze der Vererbung erforschen und auf diesem Wege Methoden der aktiven Einwirkung auf die lebende Natur finden. Neben Biologen arbeiten hier Elektronikingenieure, Physiker, Mathematiker, Mechaniker und andere Fachleute, denn moderne wissenschaftliche Forschung kann nur durch die kollektiven Bemühungen eines großen Kreises von Spezialisten betrieben werden.

Ich fragte die Mitarbeiter: „Was glauben Sie, wann Ihre Arbeit einen praktischen Nutzen bringen wird?“

„Das läßt sich nur schwer beantworten, es

gibt noch zuviel Ungeklärtes. Grob gerechnet, in etwa fünfzehn, möglicherweise auch erst in zwanzig Jahren.“

Ich sah den Leiter des Laboratoriums mit unverhohlenem Entsetzen an. Sicher wird er dann schon älter als fünfzig Jahre sein, dachte ich bei mir. Aber mein Gesprächspartner blieb ruhig und sprach weiter: „Die Lösung großer Probleme ist immer schwierig. Man muß vieles voraussehen, viel experimentieren, und man macht natürlich auch Fehler.“

Unwillkürlich erinnerte ich mich an Tschchow: „...derjenige hat es schwer im Leben, der die Kühnheit besitzt, als erster einen unbekannten Weg zu beschreiten. Die Vorhut hat es immer schlecht.“ Man muß annehmen, daß Tschchow hier das Wort „schlecht“ im Sinne von „schwierig“ gebraucht hat.

Ein Mensch, der mehr zu entschlossenem Handeln als zu langwierigen Betrachtungen und Untersuchungen neigt, ein Mensch, dem das lange Sitzen am Schreibtisch lästig fällt, für den es keinen größeren Feiertag gibt, als eine Idee in Metall, Beton, Holz oder Plast verkörpert zu sehen, wird im zweiten Bereich wahrscheinlich leichter und überzeugter tätig sein können. Und das ist wichtig, denn man muß sich in dem gewählten Arbeitsgebiet wohl fühlen, um Erfolge zu erzielen.

Doch sowohl im ersten wie im zweiten Bereich steht man vor der Notwendigkeit zu kämpfen.

Vor allem muß man mit dem Unbekannten, mit dem Widerstand des Materials, mit den eigenen Zweifeln kämpfen. Und man muß mit dem Denken der Menschen in eingeschliffenen Bahnen kämpfen, das alles in Zweifel zieht, was bisher nicht alltäglich war.

Übrigens sollte man die Menschen mit „rückständigen“ Ansichten nicht voreilig



beschimpfen und es nicht ihnen anlasten, wenn man selbst Mißerfolge hat. Man kann sie nicht einfach als Dummköpfe, Bürokraten und Neider abstempeln. Es fällt den Menschen nicht leicht, sich von Gewohnheiten zu trennen. Wenn ihr in alten Zeitungen und Zeitschriften blättert, so werdet ihr etwas Interessantes feststellen können. Die Schöpfer der Dampfmaschinen waren zu ihrer Zeit eine ständige Zielscheibe des Spotts von Karikaturisten; später waren es die Entdecker der Elektrizität und die Erfinder des Automobils. Danach waren die Pioniere der Luftfahrt an der Reihe. Das Neue erschreckt zunächst, erscheint unzuverlässig und zweifelhaft.

Zu Beginn unseres Jahrhunderts besuchte ein Bischof eine amerikanische Schule. Er sagte zum Direktor dieser Lehranstalt: „Soviel ich verstehe, kann die Menschheit kein neues Grundgesetz der Natur entdecken; deshalb müssen Sie im Unterricht das Hauptaugenmerk nicht der Wissenschaft, sondern dem Gottesglauben schenken.“

„Ich denke anders darüber“, wandte der Direktor ein, „die Wissenschaft weiß einfach noch zuwenig. Und ich bin zum Beispiel davon überzeugt, daß sie irgendwann dem Menschen die Möglichkeit eröffnen wird, wie ein Vogel zu fliegen.“

Der Bischof war sehr erzürnt und erwiderte: „Für diese Worte werden Sie ewig in der Hölle schmoren!“

Der Bischof hieß Milton Wright. Er war der Vater der Brüder Wright, die ein Flugzeug konstruierten und als erste einen Motorflug unternahmen.

Etwa zur gleichen Zeit gab der russische General Dragomirow, ein sowohl in seiner Heimat wie im Ausland anerkannter Militärfachmann, folgende Einschätzung zur Erfindung des Maschinengewehrs: „Wenn

es notwendig wäre, denselben Menschen mehrmals zu töten, so wäre das eine wunderbare Waffe, da bei sechshundert Schuß je Minute auf die Sekunde zehn Schüsse entfallen. Zum Leidwesen der Anhänger einer so schnellen Kugelfolge reicht es aber aus, den Menschen einmal zu erschießen, und es besteht, soweit mir bekannt ist, keine Notwendigkeit, ihn danach, wenn er umgefallen ist, nochmals zu erschießen.“

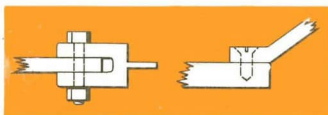
Sein Gutachten war wortreich und vom ersten bis zum letzten Wort in diesem Stil abgefaßt. General Dragomirow war ein sehr gebildeter Mensch, ein fortschrittlicher Heerführer, nicht irgendein Spötter, aber er begriff nicht die Idee einer schnell-schießenden Waffe, er verstand es nicht, das Neue zu erkennen.

Alle echten Ingenieure, alle, die vorwärts schreiten, müssen einen beharrlichen Kampf gegen Widerstände und Schwierigkeiten aller Art führen. Davon erzählen anschaulich die meisten Biographien hervorragender Techniker.

Der Ingenieur muß sich beizeiten auf den Kampf, auf die Fähigkeit zur Verteidigung seiner Ansichten, auf den Beweis der Richtigkeit seiner Ideen vorbereiten.

In diesem Buch werde ich noch öfter über das Schicksal von Forschern und ihre Arbeiten berichten. Das wird vielleicht am besten verständlich machen, warum es so wichtig ist, seine Zeit zu begreifen, vorausdenken und mit sich selbst einen beständigen Kampf zu führen.

## Zum Überlegen und Lösen



(Antworten)

21. Die Abbildungen 1 und 3 sind gleich, nur steht Abbildung 3 gegenüber Abbildung 1 auf dem Kopf.

23. Beide Quadrate sind gleich groß.

24. Man muß auf den Knopf Nummer 4 drücken.

25. Um festzustellen, ob die Münze aus Gold ist, muß man sie zunächst sorgfältig reinigen. Dann ist das Volumen der Münze zu bestimmen. Wie man das macht, weißt du bereits, nämlich auf dieselbe Weise, wie das Volumen der Gabel ermittelt wurde. Danach muß die Masse der Münze bestimmt werden. Das geschieht durch eine Wägung. Hiernach ist die Masse der Münze durch ihr Volumen zu dividieren. Wenn sich als Quotient der Zahlenwert 19,3 ergibt, so bedeutet das, daß die Münze tatsächlich aus Gold ist. Ist die Wichte hingegen nur halb so groß, so besteht die Münze nicht aus Gold, sondern aus Bronze.

Übrigens berichtet die Legende, daß Archimedes auf diese Weise nachgewiesen haben soll, daß die Krone des Königs Hieron nicht aus purem Golde war. Der mit ihr beauftragte Goldschmied hatte außer Gold auch Silber verwendet und nicht vermutet, daß ihn jemals einer entlarven werde.

26. Ein Bolzen verbindet die Teile von Maschinen und Konstruktionen mit Hilfe einer Mutter, eine Schraube dagegen wird

in den Körper der zu verbindenden Teile hineingedreht.

27. Eine Meßschraube (früher auch Mikrometerschraube) ist ein Längenmeßgerät, mit dem Längen auf ein hundertstel Millimeter genau gemessen werden können.

28. Die Darstellung des „Wolga“ enthält die folgenden Fehler:

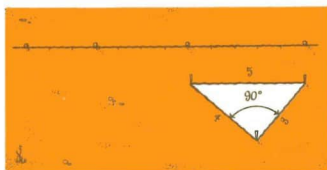
1. Das Lenkrad befindet sich beim „Wolga“ nicht auf der rechten, sondern auf der linken Seite.
2. Die Scheibenwischer sind nicht am oberen, sondern am unteren Scheibenrand befestigt.
3. Die Frontscheibe ist nicht unterteilt.
4. Der Kühlergrill hat ein senkrechtes Liniennmuster.
5. Die Türgriffe sind am anderen Ende der Wagentür angeordnet.
6. Die Typbezeichnung „Wolga“ befindet sich am vorderen Teil der Karosserie.
7. Die schwenkbaren Lüftungsfenster sind falsch eingesetzt.
8. Die Radkappen haben ein anderes Muster.
9. Der hintere Kotflügel hat einen Ausschnitt.
10. Der Zugang zum Benzintank befindet sich am Wagenende.

29. Um ohne Meßgerät einen rechten Winkel zu konstruieren, braucht man nur eine Leine zu nehmen und auf ihr der Reihe nach, also hintereinander, drei, dann vier und schließlich fünf selbst gewählte

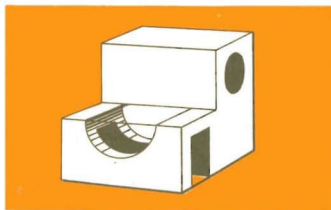
Längeneinheiten zu markieren. Danach verbindet man die beiden Leinenenden zu einer endlosen Leine. Nun befestigt man drei Pflöcke an den Markierungen, die jeweils die drei, vier und fünf Längeneinheiten einschließen (siehe Abbildung), und spannt so ein Dreieck auf. Dabei ist zu beachten, daß die Leine straff gespannt ist. Dann liegt gegenüber dem größten Leinenstück (fünf Längeneinheiten) ein rechter Winkel.

Dieses Dreieck erfüllt den Satz des Pythagoras:

$$3^2 + 4^2 = 5^2.$$



30. Die drei Schnitte entstammen dem folgenden Körper:



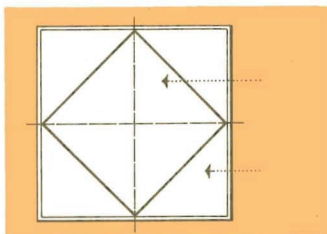
32. Seinen Irrtum erläutert unsere Rechnung: Die Masse der Erde (Archimedes kannte sie nicht) beträgt rund 6 000 000 000 000 000 000 000 Tonnen. Diese Masse soll ein Mensch heben, der ohne Hilfsmittel 60 Kilogramm heben kann. In diesem Falle muß der lange Hebelarm

100 000 000 000 000 000 000 000 mal länger sein als der kurze. Das bedeutet aber auch, daß der Endpunkt des langen Hebelarms einen Bogen von 1 000 000 000 000 000 000 Kilometer Länge durchlaufen muß, wenn sich der Endpunkt des kurzen Hebelarms um einen Zentimeter bewegen soll.

Nehmen wir einmal an, daß Archimedes 60 Kilogramm in einer Sekunde um einen Meter anheben konnte. Unter dieser Voraussetzung hätte er für das „Anheben“ der Erde um einen Zentimeter 1 000 000 000 000 000 000 000 Sekunden oder 30 000 Billionen Jahre gebraucht!

33. Nur das erste und das dritte Rad fahren; das erste fährt rückwärts, das dritte vorwärts.

34.



35. Um das Faß auf die Ladefläche des Fahrzeugs zu rollen, braucht man zwei Bretter und ein Seil. Alles weitere erfolgt

in der Weise, wie es in der Abbildung dargestellt ist.

Das Rollen der Fässer mit der Hand ist gefährlich. Entgleitet das Faß auf der geneigten Fläche den Händen, so kann es den Menschen, der sich hinter der Last befindet, schwer verletzen.

36. Es ist möglich. Nach der Temperaturskala von Fahrenheit entsprechen 97 Grad Fahrenheit 36 Grad Celsius. Die Fahrenheitskala wird noch in den Vereinigten Staaten von Amerika verwendet.

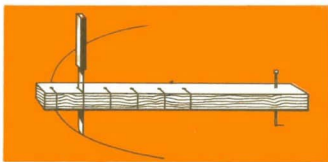
## Kleine Ratschläge

Wenn man oft mit Tabellen arbeiten muß, so empfiehlt es sich nicht, den gesuchten Wert zu ermitteln, indem man mit dem Finger zunächst die horizontale, dann die vertikale Zahlenreihe entlangfährt. Besser ist es, man benutzt einen Winkel (aus Holz oder aus Plast). Er bewahrt vor zufälligen Fehlern und hilft viele, viele unbemerkte Sekunden einzusparen.

Mitunter braucht man eine Zwischenlage aus Gummi, die bestimmte Abmessungen haben soll. Wie kann man die Gummilage mit wenig Aufwand maßgerecht schneiden? Man macht zunächst Wachs flüssig, gießt es auf eine Sperrholzplatte und klebt unmittelbar danach den Gummi darauf. Jetzt kann er sich nicht mehr verziehen.

Nun wird die Zwischenlage nach einer vorher angefertigten Schablone mit einem Messer ausgeschnitten. Falls die Zwischenlage kreisförmig sein soll, macht man sich eine einfache Vorrichtung zunutze, die hier dargestellt ist und die man sich selbst herstellen kann.

Als ich mit der Schlosserei begann, trat



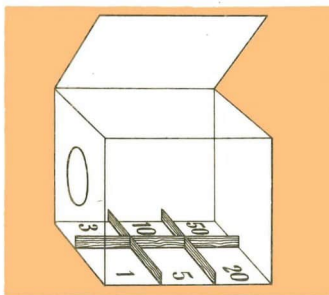
folgender Fall ein: Ich mußte eine Bronzefuchse von einer Stahlwelle herunterziehen. Die Fuchse bewegte sich nicht, sie saß fest wie angeschweißt. Ich versuchte mit einem Abziehgerät, sie herunterzuschlagen, ich schmierte sie mit Öl – alles ohne Erfolg.

Da trat ein alter Meister an mich heran und sagte zwei Wörter. Das erste Wort war „Dummkopf!“, das zweite entschied alles: „Erwärmen!“

Spiele, die Geschicklichkeit verlangen, die das Vorstellungsvermögen und die Konzentrationsfähigkeit trainieren, sind kein bloßer Zeitvertreib.

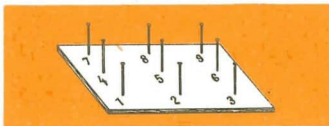
Ich möchte einige solcher Spiele vorschlagen, die man sich selbst anfertigen kann.

Man baut einen Kasten mit den Abmessungen 25 cm × 25 cm × 25 cm. Dann schneidet man in eine Kastenwand ein Loch von etwa 8 cm Durchmesser, was gleichfalls keine Schwierigkeit bereitet. Der Boden des Kastens wird mit Hilfe schmaler Leisten in sechs Zonen aufgeteilt, die mit Punktzahlen belegt werden: 50, 20, 10, 5, 3, 1.



Jeder Spieler rüstet sich mit einer kleinen Kugel aus, die sein Zeichen trägt (Tisch-

tennisbälle sind ebenfalls dafür geeignet). Aus 50 cm bis 70 cm Entfernung werfen die Spieler nacheinander ihre Kugel in den Kasten. Um sie in den Kasten befördern zu können, braucht man eine gewisse Geschicklichkeit und auch Training. Wem das mit der geringsten Anzahl von Würfen gelingt, hat gewonnen. Eine zusätzliche Wertung ergeben die im Kastenninneren erzielten Feldpunkte.



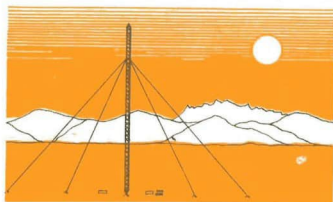
Ein anderes Spiel: In ein Brett werden in regelmäßigem Abstand Nägel so eingeschlagen, wie es die Abbildung zeigt. Dicht neben jedem Nagel schreibt man Zahlen. Jetzt schneidet man gleich große Ringe aus. Sie werden über die Nägel geworfen, wobei eine möglichst hohe Punktzahl anzustreben ist. Die Abmessungen des Brettes und weitere Spielbedingungen kann man selbst wählen. Dieses Spiel ist nicht so einfach, wie es auf den ersten Blick erscheinen mag. Es trainiert wie das zuerst genannte Geschicklichkeit und Augenmaß.



## Kalenderblätter

### 1920–1922

Beginn von Rundfunksendungen in Großbritannien, in der UdSSR, in Deutschland, in den USA und in Frankreich



### 1923

Produktion der ersten sowjetischen Traktoren

### 1927

Ch. A. Lindbergh überfliegt mit seinem Flugzeug „Spirit of St. Louis“ im Non-stopflug den Atlantik in West-Ost-Richtung

### 1928

Erster synthetischer Kautschuk hergestellt.

M. von Ardenne führt das vollelektronische Fernsehen, wie es heute gebräuchlich ist, erstmals im Laborversuch durch.

In der UdSSR wird mit der Massenproduktion fester Legierungen begonnen

### 1930–1933

F. A. Zander baut die ersten Flüssigkeitstriebwerke

### 1931

In der UdSSR wird die erste Fernsehübertragung durchgeführt

### 1932

J. D. Cockcroft und E. Walton realisieren die erste Kernreaktion mittels künstlich beschleunigter Protonen

### 1934

F. und I. Joliot-Curie entdecken die künstliche Radioaktivität

### 1936–1938

Herstellung der ersten vollsynthetischen Textilfasern

### 1938

O. Hahn und F. Straßmann entdecken die Kernspaltung des Urans

### 1939

Erstes Elektronenmikroskop gebaut. Flug des ersten strahlgetriebenen Flugzeugs

### 1941

In der UdSSR wird ein strahlgetriebenes Flugzeug für Flüssigtreibstoff gebaut

### 1942

E. Fermi stellt den ersten Kernspaltungsreaktor fertig

### 1944

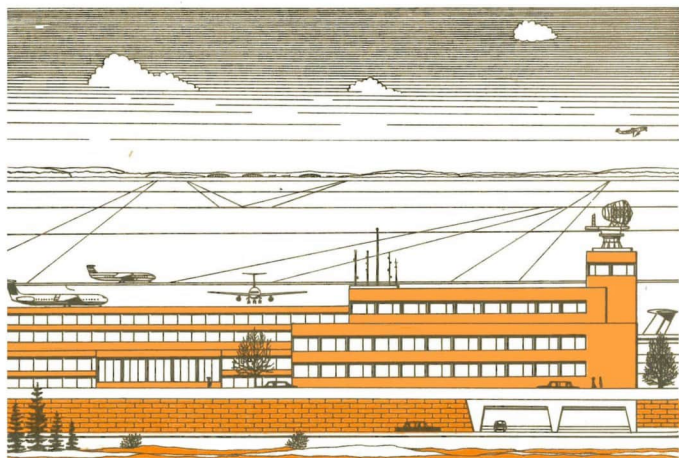
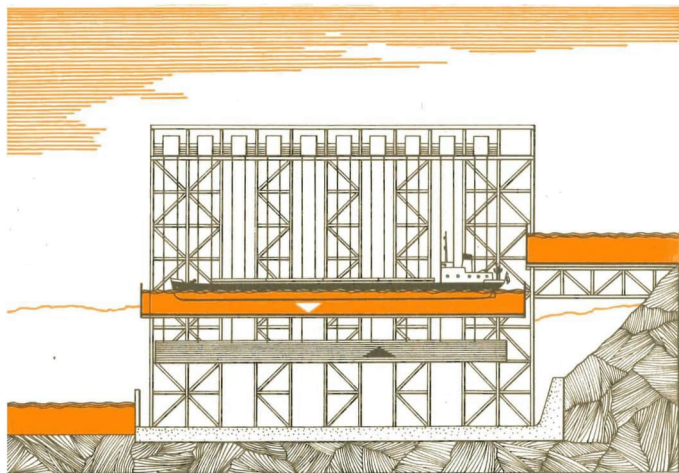
Strahlgetriebene Flugzeuge erreichen Geschwindigkeiten von 1 000 km/h

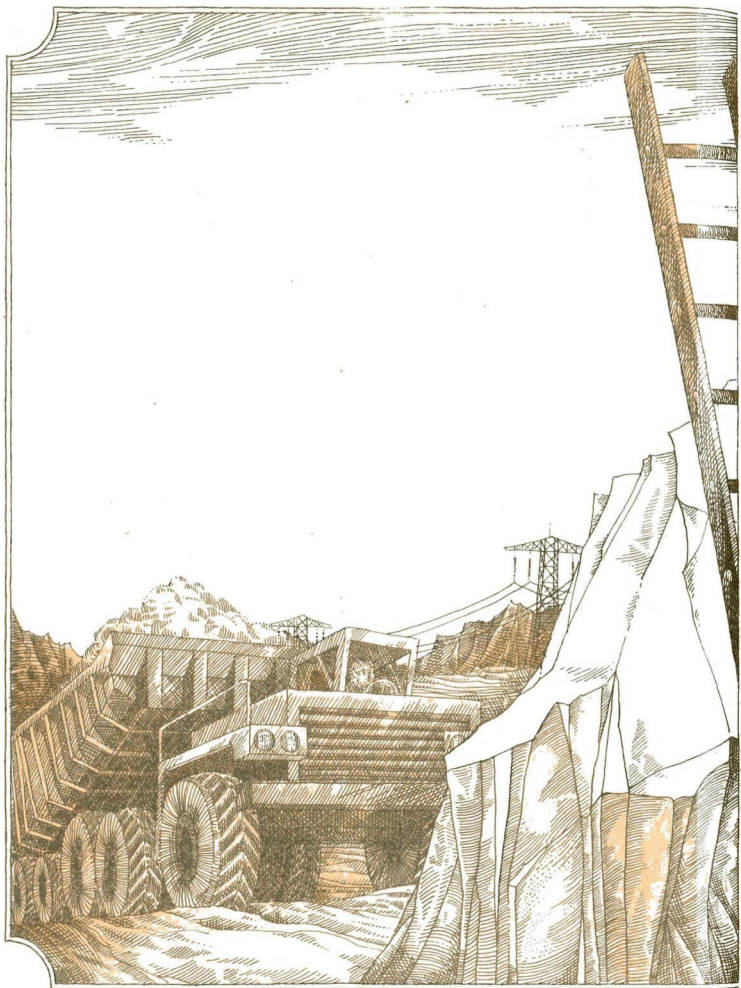
### 1945

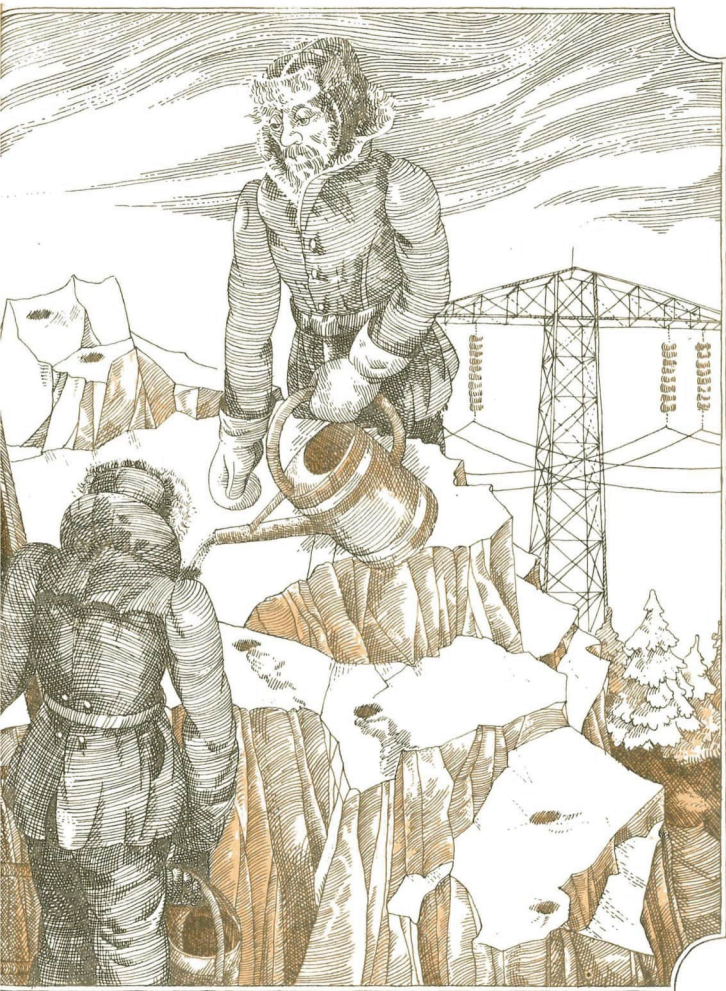
Die USA bringen über Japan die erste Atombombe zur Explosion

## Fragen ohne Antworten

1. Was ist die Oktanzahl und wie wird sie gemessen?
2. Was sind Bimetallstreifen, welche Eigenschaften haben sie und wozu werden sie verwendet?
3. Um wieviel ist die Dichte des Eises anders als die Dichte des Wassers (4 Grad Celsius)?
4. Wer war Lise Meitner und wodurch wurde sie bekannt?
5. Wer führte die ersten Versuche zur Radarortung beweglicher Objekte (Funkmeßortung) aus?
6. Welche Typen von Bremsen für Kraftfahrzeuge gibt es und worin unterscheiden sie sich?
7. Was ist ein Schiffshebewerk und nach welchen Wirkungsweisen kann es arbeiten?
8. Was versteht man unter Akkomodation?
9. Was ist Bionik, welche Ziele verfolgt sie?
10. Warum sieht die Sonne beim Aufgang und beim Untergang rot aus?









## Seine Sache verstehen, überall, immer, allein und mit anderen Menschen

Wir wurden im hohen Norden miteinander bekannt. Vor langer Zeit. Alexej Dmitrijewitsch war damals Ende Vierzig. Ich erinnere mich an seinen hohen Wuchs, nicht viel weniger als zwei Meter, an seine schwere, unbeholfene, fast bärenhafte Figur, an seine großen dunkelbraunen Hände, Hände, die viel und schwer gearbeitet hatten, und an seine Art zu reden, kurze Sätze und lange Pausen.

Ich fragte ihn einmal: „Sind Sie schon lange in diesem Gebiet?“

Er antwortete: „Seit langem. Seit Beendigung meines Studiums. Man könnte sagen, schon immer.“

„Ist es schwer hier?“

„Wenn man an die Gegend nicht gewöhnt ist, ja. Es ist kalt. Schnee, Wind. Zehn Monate Winter, die verbleibenden Monate Sommer.“

Alexej Dmitrijewitsch ist Bauingenieur. Er baute nördlich des Polarkreises meteorologische Stationen und Flughäfen. Dann wurde er nach Jakutien versetzt, hier baute er wieder Flughäfen, dann Häuser, Handelsniederlassungen. Danach fuhr er auf die Tschuktschenhalbinsel, baute Leuchttürme, Straßen und arbeitete bei der geologischen Erkundung mit. Anschließend flog er zu den Inseln...

Ich fragte: „Sie haben viel gebaut, Alexej Dmitrijewitsch. Was war Ihrer Meinung nach das Bemerkenswerteste, das Interessanteste, Wichtigste?“

„Eigenartige Frage! Wenn man unter freiem Himmel steht, Temperaturen von minus

vierzig Grad Celsius herrschen und man vom Wind fast umgeworfen wird, so ist in einer solchen Situation auch der Bau einer Schneehütte wichtig, bedeutend und interessant, besonders dann, wenn man nicht weiß, womit und wo man beginnen soll.“

Ich versuchte es von einer anderen Seite: „Da Sie schon so lange Zeit hier sind, gefällt Ihnen der Norden offensichtlich?“

„Er gefällt mir nicht! Was gibt es hier Gutes? Eine Zwiebel — das ist ein Feiertag, ein grindiger Apfel — das ist ein Wunder. Nirgendwo kann man baden. Über den Norden läßt sich's gut lesen. Beispielsweise bei Jack London.“

„Sie sind doch aber schon fast Ihr ganzes Leben hier.“

„Na und? Es muß eben sein.“

„Warum?“

„Für die Menschen.“

Es ist unmöglich wiederzugeben, wie ich diese Antworten aus ihm „herausgeholt“ habe. Nur der jugendliche Eifer eines angehenden Journalisten gab mir Ausdauer und Geduld.

Schließlich gelang es mir, die ersten Notizen zu machen — „Aus den Erzählungen des Bauingenieurs A. D. K.“.

„Es mußte ein Steinmonolith zersägt werden, der den Weg der Trasse versperrte. Leicht gesagt — zersägen, aber womit? Die ganze Nacht schlief ich nicht. Ich dachte nach. Nichts fiel mir ein. Morgens sah ich auf dem Tisch ein Buch: ‚Physik‘. Es gehörte dem Nachbarsohn. Er ging in die sechste Klasse. Ich sah das Buch und erinnerte mich: Wasser dehnt sich aus, wenn es gefriert. Den ganzen Tag dachte ich darüber nach. Ich gab Anweisung, in den Monolithen Sprenglöcher zu bohren. Wir bohrten rund hundert Löcher in gerader Linie. Dann gossen wir Wasser hinein. Am anderen Morgen war der Block wie mit einem Messer durchschnitten.“

Das ist ein Fall aus der Praxis, und Alexej Dmitrijewitsch zog daraus die folgende Schlußfolgerung: „Wenn du etwas weißt, wenn du etwas kannst, ist alles einfach auf der Welt. Und wenn du durch den eigenen Verstand zu diesem ‚Einfach‘ gelangst, freust du dich ganz besonders darüber.“

Später entstand eine andere Notiz: „Wir fällten den Wald auf einer Bergkuppe. Mit zwei Traktoren zogen wir die Baumstämme ins Tal. Wir wollten aus diesem Holz Lagerhäuser bauen. Der Winter kam früher als erwartet. Straßen gibt es auch in guten Zeiten hier nicht. Die Traktoren blieben stecken. Was tun? Einer sagte: ‚Alexej Dmitrijewitsch, wir müssen darüber der vorgesetzten Dienststelle berichten, unvorhergesehene Umstände.‘ Na schön, aber was kann die vorgesetzte Dienststelle machen, etwa mit der Post gutes Wetter schicken?“ Ein anderer meinte: ‚Ich wußte es schon im voraus – hier hat es niemals etwas Gutes gegeben, und das ist und wird niemals anders sein.‘ Dieser primitive Flenner! Der dritte sagte: ‚Wir müssen darüber nachdenken, Ljoscha.‘ Und mit ihm zusammen haben wir überlegt, haben alles Für und Wider in Erwägung gezogen. Schließlich kamen wir zu einem Ergebnis. Wir legten vom Berggipfel bis ins Tal eine Eisrinne und ließen auf ihr Stamm für Stamm herunter. Das war eine nützliche Idee! Wir haben uns beim Anlegen der Rinne furchtbar geplagt, aber wir bekamen das notwendige Holz für den Bau der Lagerhäuser.“

Und er setzte an das Ende seiner Worte einen gedanklichen Punkt, der das Gesagte verallgemeinerte: „Im Norden muß man seinen Verstand in Bewegung setzen.“

Und noch eine Notiz: „Hier haben Froschmänner gearbeitet. Sie haben ein Problem aus der Welt geschafft, an dem sich ein In-

stitut vielleicht fünf Jahre lang die Zähne ausgebissen hätte, ohne sich durchzubeißen. Jahrelang litten die Menschen bei uns unter den Schneeverwehungen. Winters wurden die Straßen rund fünfmal in jeder Woche durch Stürme zugeweht. Zur Säuberung der Straßen war keine Zeit, und sie hatte auch keinen Sinn. Soviel wir die Straßen auch einzäunten, alles umsonst. Die Froschmänner nahmen die Schneezäune und befestigten sie auf Pfählen. Das hatte zur Folge, daß der Wind die Straßen nun selbst fegte. Die Froschmänner sind Prachtkerle!“

Das ist das einzige Lob, was ich von ihm gehört habe.

Einmal tranken wir friedlich Tee miteinander. Plötzlich sagte Alexej Dmitrijewitsch: „Sie sind wie ein Stück Pech!“

„Wie meinen Sie das?“

„Sie sind klebengeblieben und fragen, fragen... Aber was kann ich Ihnen schon erzählen? Den Eiffelturm habe nicht ich gebaut. Den Dnepr-Staudamm auch nicht. In Kernreaktoren kenne ich mich nicht aus. Also, was kann ich Ihnen schon erzählen?“

„Sie können. Erzählen Sie, was ist ein richtiger Ingenieur?“

„Ein Ingenieur? Das ist jemand, der seine Sache versteht... überall... immer... allein und mit anderen Menschen. Das ist alles.“

Am Morgen des nächsten Tages hörte ich rein zufällig, wie Alexej Dmitrijewitsch den Kraftfahrer ausschimpfte.

„Der Vergaser hat versagt – und du hast die Maschine stehenlassen? Bist dreißig Kilometer zu Fuß hierher gestiefelt? Ein Esel bist du, aber kein Kraftfahrer. Hattest du einen Ersatzschlauch mit? Einen Benzinleitungsschlauch auch? Hättest du Kraftstoff in den Schlauch gefüllt, den

Benzinschlauch über den Nippel geschoben, das andere Ende in den Ansaugstutzen gesteckt, dann wärs du bequem hierher gefahren. Ein Druck auf den Schlauch, ein Spritzer Kraftstoff in den Motor, du fährst; noch ein Spritzer, und du fährst wieder ein Stück. Ein Esel bist du, aber kein Kraftfahrer!“

Und Alexej Dmitrijewitsch ging seinen Angelegenheiten nach.

Zehn Jahre später, ich war gerade in ein neues Haus gezogen, schaute ich zu meinem Nachbarn hinein, mit dem ich noch nicht bekannt war. Er stand auf einer Leiter, hielt den Ansaugschlauch des Staubsaugers in den Händen und hantierte damit unmittelbar unter der Zimmerdecke. Er sah meinen verständnislosen Blick und erklärte: „Das Antennenkabel für den Fernseher war durchzuziehen, und dieses verdammte Kabel bleibt im Loch stecken und will nicht durch; es biegt sich um. Ich habe es trotzdem durchbekommen. Ich habe einen Propfen genommen, daran einen Bindfaden befestigt, den Pfropfen in das Loch auf der anderen Seite der Wand gesteckt und von hier aus mit dem Staubsauger den Pfropfen durchgesaugt. Na und jetzt ist es einfach: Ich befestige den Bindfaden am Kabel und ziehe. Alles ist in Ordnung!“

„Großartig“, sagte ich, „und vor allem einfach! Wo haben Sie das gelernt?“

„Das ist die Schule von Alexej Dmitrijewitsch. Das war ein Ingenieur... Im hohen Norden... Er konnte alles...“

Nein, wir haben nicht unsere Erinnerungen ausgetauscht, ich habe meinem Nachbarn noch nicht einmal gesagt, daß ich Alexej Dmitrijewitsch kenne. Ich dachte nur: Ein richtiger Ingenieur zu sein bedeutet neben allem anderen auch, unbedingt gute neue Ingenieure zu erziehen und heranzubilden.

## Es gibt unterschiedliche Ingenieure

Ich bin nicht dazu in der Lage, die folgende Geschichte in der richtigen Reihenfolge zu erzählen. Es ist vollkommen unklar, wo hier der Anfang, die Mitte oder das Ende ist.

Es war November. Ende November. Das Wetter änderte sich fortwährend – mal warm und sonnig, mal Schnee mit Regen, mal leichte Fröste. Das erzähle ich nicht, um ein allgemeines Bild zu zeichnen, das ist prinzipiell wichtig.

In unserem Fuhrpark arbeitete Mascha als Kraftfahrer. Dienstzeit – ein Jahr und acht Monate. Mit einem Stempel in der Fahrerlaubnis (Überschreitung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit). Das Mädchen war strebsam, schnell und hatte eine spitze Zunge.

Etwa zur gleichen Zeit wurde Slawa Neжелow zum Stellvertreter des Reparaturingenieurs ernannt. Verzeihung, nicht Slawa, sondern Rostislaw Wladimirowitsch Neжелow. Er war noch jung – sein Ingenieurdiplom roch noch stark nach Druckerschwärze – und achtete sehr darauf, daß ihn seine Mitarbeiter stets mit Vor- und Vatersnamen ansprachen.

In unserem Fuhrpark arbeitete auch Wassili Wassiljewitsch, ein Kupferschmied. Er war ein boshafter Mensch.

Nun komme ich zur Hauptsache.

An einem der letzten Novembertage kam Mascha abends gegen neun Uhr von einer Fahrt in den Fuhrpark zurück. Es war feucht, es fiel ein Gemisch aus Regen und Schnee, es wehte ein scharfer Wind. Mascha fuhr das Kraftfahrzeug in die Garage, klet-

terte ermüdet aus dem Fahrerhaus und las an der Umzäunung ein großes Plakat: Kraftfahrer, vergiß nicht, das Wasser abzulassen!

Mascha öffnete die Motorhaube, um die Ablaßhähne zu öffnen. Aber die Hähne wollten sich nicht öffnen lassen. Mascha ging in die Werkstatt. Dort traf sie auf Wassili Wassiljewitsch, und obwohl sie Männer ungern um Hilfe bat, sagte sie: „Onkel Wassja, meine Ablaßhähne lassen sich nicht öffnen, kannst du mir bitte helfen?“

„Warum, zum Teufel, willst du sie öffnen?“

„Es kann Frost geben, und dann platzt der Motor.“

„Frost! Was für ein Frost? Vielleicht fünf, na, sagen wir sieben Grad. Das ist doch noch kein Frost.“

„Es gibt aber eine Anweisung, Onkel Wassja.“

„Bist du in die Schule gegangen? Was denn, du weißt nicht, daß das Meer auch bei minus zwanzig Grad nicht zufriert? Du weißt es? Und warum friert es nicht zu? Weil es salzhaltig ist! Ist das klar?“

„Das ist mir nicht klar. Hier das Meer, dort habe ich aber ein Auto.“

„Bei dir sieht es ja finster aus! Lerne, solange Onkel Wassja noch lebt. Geh, nimm Salz und schütte eine Handvoll in den Kühler! Und alles ist in Ordnung.“

„Andere lassen aber das Wasser ab.“

„Sie sind Dummköpfe, suchen unnütze und überflüssige Arbeit. Die Klugen dagegen nutzen die Erkenntnisse der Wissenschaft aus und leben danach.“

Wassili Wassiljewitsch sprach ernst und wohlwollend. Und Mascha war müde. Sie mußte noch das Fahrprotokoll ausfüllen und dann bis ans andere Ende der Stadt nach Hause fahren. Kurz gesagt, Mascha schüttete Salz in den Kühler und ging ihren Angelegenheiten nach.



Kurz vor dem Ausgang traf sie den neuen Ingenieur, Slawa Nejelow – jung, recht sympathisch, nur etwas stolz. Der Ingenieur fragte: „Kraftfahrer? Wasser abgelassen?“

„Alles in Ordnung“, sagte Mascha, „ich habe Salz hineingeschüttet.“

„Salz? Na na! ... Na gut.“

Danach versuchte Slawa sich daran zu erinnern, was ihm das Mädchen gesagt hatte. Sie hatte von Salz gesprochen. Es irgendwo hineingeschüttet. Wohin? Wozu? Aber Mascha war schon weggegangen, und nach fünf Minuten hatte Slawa die Begegnung völlig vergessen.

Nachts wachte Mascha auf. Ihr war kalt geworden. Sie stand auf, schloß das Fenster und schlief wieder ein.

Gegen morgen sank die Temperatur auf minus 17 Grad Celsius.

Als der neue Tag begann, gab es im Fuhrpark viel Unannehmlichkeiten. Die über Nacht abgekühlten Maschinen wollten nicht anspringen. Die Heizung zur Erwärmung des Wassers funktionierte nicht. Der defekte Hydrant war nicht repariert worden ... Der Zeitplan für die Abfertigung der Kraftfahrzeuge brach zusammen.

Dann entdeckte man, daß bei sieben Ma-



schinen die Kühler ein Leck hatten. Mit einem Wort, die Situation war schauderhaft. Und dann noch eine Neuigkeit: Am Kraftfahrzeug mit der Nummer 61-14 war der Motorblock gerissen. Die Ursache? Der Kraftfahrer hatte das Wasser nicht abgelassen. Wer war der Kraftfahrer? Mascha.

Der Motor wurde ausgebaut und in die Reparaturwerkstatt gebracht. Mascha weinte wie ein kleines Kind: „Und er hat gesagt, daß ich Salz hineinschütten soll, und alles sei in Ordnung... Und der neue Ingenieur hat auch gesagt: ‚Na gut.‘ Ich dachte, man könne das wirklich so machen...“

Mit einiger Mühe bekam der Reparaturmeister, Jefim Gawrilowitsch, schließlich heraus, was los war. Da tat ihm Mascha leid. Er sagte zu ihr: „Ist schon gut, nur heule nicht. Ich kann es nicht aushalten, wenn jemand heult! Den Wagen bringe ich dir bis zum Abend in Ordnung. So etwas kommt vor. Auf der Welt kann alles passieren.“

In diesem Moment erschien Slawa in der Werkstatt. Geschäftigen Schrittes kam er zur Werkbank, blickte geringschätzig auf den schlangenförmigen Riß im Motor und fragte: „Wessen Arbeit ist das?“

„Meine“, sagte Jefim Gawrilowitsch.

„Ich habe nicht danach gefragt, wer das reparieren wird, sondern wer den Motor kaputt gemacht hat.“

„Sie“, sagte Jefim Gawrilowitsch und nickte mit dem Kopf zu Mascha hin.

„Du?“

„Ich.“

„Wie?“

„Ich habe Salz hineingeschüttet.“

„Wohin?“

Und plötzlich ließ sich Mascha hinreißen und fristete sein Gedächtnis etwas auf.

„Nun geh schon... Ist alles klar? Gibt es

noch Fragen? Wenn nicht – Jefim Gawrilowitsch und ich wollen arbeiten.“

Slawa wurde rot wie eine Tomate und geriet in Verwirrung. Das Mädchen untergrub im Beisein anderer seine Autorität. Erlaubt sich weiß der Teufel was. Man mußte irgendwie reagieren, nur wie? Das eben war ihm nicht klar, das hatte ihm niemand beigebracht.

Jefim Gawrilowitsch kam Slawa zu Hilfe: „Schimpfe nicht, Mascha, du hast selbst schuld. Nimm es nicht krumm, Rostislaw Wladimirowitsch, sie ist schlechter Laune! So etwas kommt vor. Abends ist der Wagen fahrbereit.“

Und Slawa fing den Rettungsring auf. Ohne Mascha zu beachten, sagte er zu Jefim Gawrilowitsch: „Na, dann schweißen Sie den Motor möglichst schnell, Jefim Gawrilowitsch.“

Sagte es und bemerkte, wie der alte Meister große runde Augen bekam. Er hörte, wie der Schlosserlehrling Ljoschka unanständig kicherte. Ihm war klar: Irgendwas hatte er nicht richtig gesagt. Aber er wußte nicht was. Und nun brach auch Jefim Gawrilowitsch in Gelächter aus: „Slawa, wie soll man ihn denn schweißen? Er ist doch aus Gußeisen. Und Gußeisen, mein Lieber, wird nicht geschweißt. Haben Sie das während des Studiums etwa nicht gelernt?“

Am Abend war das Fahrzeug fahrbereit, wie es Jefim Gawrilowitsch versprochen hatte. Mascha erhielt die verdiente offizielle Rüge. Aber das ist nicht die Hauptsache. Heute, zehn Jahre später, ist Mascha der leitende Ingenieur des Reparaturbereiches.

Ich fragte sie: „Wie sind Sie Ingenieur geworden?“

„Ich habe mich einmal sehr geärgert und beschloß daraufhin, mich zu qualifizieren, Ingenieur zu werden.“



## Ein Denkmal für die Sholinskis

Der Reparaturmechaniker Sholinski sah so aus, als ob er in Maschinenöl getaucht worden wäre. Nur die blauen Augen und die sehr weißen Zähne hoben sich als helle Flecken von seiner dunkelbraunen Haut ab. Zum erstenmal traf ich Sholinski in der Reederei, im Zimmer des Kaderleiters.

Der Kaderleiter fragte: „Sholinski, Stanislaw Borissowitsch, Geburtsjahr 1916, aus einer Arbeiterfamilie, zur See seit 1930, Weiterbildungskurse nach dem Krieg?“

„Ja.“

„Parteilos, verheiratet, zwei Töchter, keine Strafen?“

„Ja.“

„Gesundheitszustand?“

„Normal.“

Der Kaderleiter sah noch einmal in die Papiere und sagte dann:

„So, Stanislaw Borissowitsch, es wird die Ansicht vertreten, daß es an der Zeit ist, Sie zu versetzen“, hier machte der Kaderleiter eine Pause, „und zwar von der ‚Terek‘ auf den Trockengutfrachter ‚Plawsk‘. Die ‚Plawsk‘ ist ein polnisches Schiff, gerade erst fertiggestellt. Sind Sie zufrieden?“

„Wozu brauche ich das neue Schiff?“ fragte Sholinski und blickte auf die Uhr.

„Wenn ich mich nicht irre, ist die ‚Terek‘ schon 1919 gebaut worden. Ein abgenutztes Schiff, Sie haben dort mehr Arbeit als alle anderen Mechaniker zusammengekommen. Die ‚Plawsk‘ dagegen ist ein ganz neues Schiff, es beginnt gerade erst zu ‚leben‘.“

„Beginnt zu ‚leben‘! Was werde ich denn dort machen, auf Ihrer ‚Plawsk‘? An den



Pollern riechen? Was gibt es da zu reparieren, wenn Ihre ‚Plawsk‘ glänzt wie eine Glatze?“

„Ich verstehe Sie nicht, Genosse Sholinski! Wir schlagen Ihnen vor: ein besseres Schiff, bessere Bedingungen, weniger Sorgen, und Sie, scheint es, sind unzufrieden?“

„Ich bin unzufrieden“, stimmte Sholinski zu, „na und?“

„Seltsam. Als wir uns entschieden, Sie auf die ‚Plawsk‘ zu versetzen, haben wir dabei Ihre Erfahrung, Ihren vorbildlichen Dienst und die Meinung Ihres Kollektivs berücksichtigt. Sind Sie damit einverstanden, auf die ‚Plawsk‘ zu gehen?“

„Was denn, machen Sie sich über mich lustig? Ich habe doch gesagt: nein. Was kann es da noch für Fragen geben? Nein, ich bin nicht einverstanden!“

„Vielleicht machen wir es so: Sie über-schlafen noch einmal unseren Vorschlag...“

„Hören Sie“, sagte Sholinski, „ich brauche keine ‚Plawsk‘, ich brauche keine besseren Bedingungen. Solange sich die ‚Terek‘ über Wasser hält, arbeite ich auf ihr. Und jetzt muß ich Mittag essen gehen.“

Sholinski polterte mit dem Stuhl und verließ das Zimmer.

Einen Monat später hatte ich Gelegenheit, mit der „Terek“ auf große Fahrt zu gehen. Unser Kurs verlief vom Schwarzen Meer ins Mittelmeer, weiter durch den Suezkanal und das Rote Meer in den Indischen Ozean bis nach Pinang (früher Georgetown) auf der Halbinsel Malacca und zurück in die Heimat.

Wir wurden von Stürmen geschüttelt, die tropischen Regengüsse peitschten auf uns nieder, wir stöhnten unter der schwülen Luft. Die alte „Terek“ seufzte und knarrte unter den Stößen der schweren Ozeanwellen und verfolgte unverdrossen ihren Kurs. Vom Morgen bis zur Nacht und die Nacht hindurch bis zum Morgen arbeiteten die Mechaniker, Maschinisten und Matrosen, bedeckt mit salzigem Schweiß. Am meisten arbeitete der Reparaturmechaniker Sholinski. An einem Tag habe ich mir aufgeschrieben, was er alles im Verlaufe von 24 Stunden erledigt hat.

Am Morgen drehte er einen neuen Schieber für die Steuerungsmaschine.

Danach schnitt er Gewinde.

Nach dem Mittagessen schmiedete er Haken für die Ersatzzugseile.

Vor dem Abendbrot fügte er neue Böden in Eimer der Schiffsküche ein.

Anschließend zerlegte er mit dem Elektriker die defekte Dynamomaschine.

Nach dem Abendbrot reparierte er die Armbanduhr des Bootsmanns Pawel Trofimowitsch (eine persönliche Bestellung des besten Freundes).

Gegen Mitternacht wurde Sholinski geweckt und zur Maschine gerufen. Die Heißwasserpumpe begann unruhig zu laufen.

Das war ein gewöhnlicher Tag. Einer von 123 Tagen, die wir uns auf dem Meer befanden. An diesem Tag war Sholinski nacheinander Dreher, Schlosser, Schmied, Klempner, Elektriker, Uhrmacher und Mechaniker gewesen.

In Pinang gingen er und ich zusammen an Land. Wir schlenderten durch die Stadt, erfreuten uns an der überwältigenden tropischen Farbenpracht, streiften durch das Labyrinth eines Basars, betrachteten dieses und jenes. Aber plötzlich hatte es Sholinski eilig, auf das Schiff zurückzukehren.

„Was hast du?“ fragte ich. „Wir haben doch bis zwanzig Uhr Ausgang.“

„Und wer wird die Ringe auswechseln?“

Ich wußte sofort, daß es unmöglich war, Sholinski zurückzuhalten. Wenn es ihn zur Arbeit zog, konnte ihn auch kein Taifun davon abhalten.

Wir gingen langsam zum Hafen zurück.

„Sag mal, Stanislaw Borissowitsch, hast du es niemals über, so umherzulaufen, vom Laderaum aufs Deck, vom Deck in den Maschinenraum und schließlich wieder in den Laderaum?“

Er blieb stehen – wie es schien, vor Erstauen – und antwortete sehr ernst: „Aber ich bin doch bei den Maschinen.“

Wir erreichten die „Terek“. In der bis zur Nacht verbleibenden Zeit wechselte Sholinski die Ringe in der Benzinpumpe aus, fertigte danach ein Paar Holzpantoffeln aus Palmenholz an, schärfte einige Werkzeuge und reparierte den Fleischwolf für die Schiffsküche. Schließlich brachte er mit unendlicher Geduld am Filmprojektionsapparat etwas in Ordnung.

Ich weiß, daß bisher noch keinem Reparaturmechaniker ein Denkmal gesetzt worden ist. Leider. Ohne Sholinski hätte man die „Terek“ längst abwracken müssen, davon bin ich fest überzeugt. Und Sholinskis gibt es nicht nur einen.

## Der letzte Mohikaner

Fjodor Iwanowitsch Legenja ist ein seltener Mensch. Er ist klein, rundlich, ständig unterwegs, immer aufgeregt, ihn kennen alle Hausbewohner, alle Einwohner des Stadtviertels, der größte Teil der Stadtbevölkerung. Legenja kann alles: ein Motorrad reparieren, eine Waschmaschine in Ordnung bringen, einen Fernseher aufstellen, er kennt sich in der Konstruktion eines japanischen Magnettonbandgerätes aus und versteht es, aus zwei defekten Bügeleisen ein funktionstüchtiges zu machen. Er ist entgegenkommend und arbeitet einwandfrei, nur mit der Bezahlung seiner Arbeit ist es schwierig: Er nimmt kein Geld. Und wenn der „Kunde“ Legenja zu überreden versucht: „Nun hör mal, Fjodor Iwanowitsch, du hast am Sonntag so lange an meinem Kühlschrank gearbeitet!“, so winkt Legenja mit seinen kurzen flinken Händen ab und verzieht schmerzhaft das Gesicht. Allerdings stellt er seinen „Kunden“ mitunter keine leichten Aufgaben: „Dein Geld brauche ich nicht, es ist einfach überflüssig. Wenn du mir aber einen Gefallen tun willst, so besorg mir doch bitte...“, und dann nennt er ein Material oder ein Werkstück, das sich nicht leicht beschaffen läßt.

Von Berufs wegen ist Legenja Leiter eines Apothekenlagers. Diese Tätigkeit übt er mit großem Pflichtbewußtsein aus. Nach seiner normalen Arbeitszeit verwandelt er sich in einen Erfinder, in einen Menschen unbändiger Phantasie, in den Autor kühner Projekte und wegenger Lösungen.

Als wir uns miteinander bekannt machten, überraschte mich Legenja mit einer unerwarteten Rede: „Aha, Sie sind gekommen, um sich den Verrückten anzusehen, der seine Mußestunden der Technik opfert? Bitte, kommen Sie herein, obwohl es bei mir nicht so recht aufgeräumt ist.“ – Hier trat er in die Tiefe eines Zimmers zurück und gab seinen Wohnraum, der mit Apparaturen, Vorrichtungen, Instrumenten und Materialien vollgestopft war, zur Besichtigung frei. Etwa zwei Minuten lang sprach Legenja mit übertrieben ironischen Worten über seine Leidenschaft und schloß so: „Das bin ich nun – Fjodor Iwanowitsch Legenja, einer der letzten Mohikaner.“

Verblüfft fragte ich: „Gestatten Sie, wie kommen Sie auf Mohikaner?“

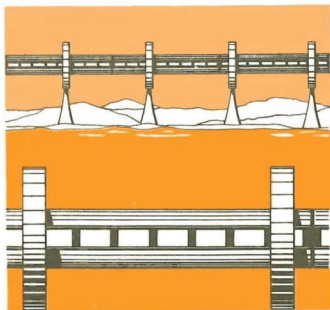
„Sehr einfach. Der Uhrmacher Watt erfand die Dampfmaschine. Der Barbier Arkwright die Spinnmaschine. Der Juwelier Fulton das Dampfschiff. Beaumarchais hat als Uhrmacher nicht weniger geleistet denn als Dramatiker. Der Reisende Humboldt erfand die Grubenschuttlampe, der Künstler Morse ist der ganzen Welt als Erfinder des elektrischen Telegraphen bekannt. Aber all das sind Tatsachen aus längst vergangenen Zeiten. Heute kann man allein nichts mehr verändern. *Nichts!* Das Jahrhundert der genialen Einzelerfinder ist vorbei. Ernsthafte Dinge werden heute von Kollektiven erforscht, erfunden, projektiert und gebaut: von Forschungsinstituten, Konstruktionsbüros, mit einem Wort von Institutionen. Deshalb sind solche wie ich die letzten Mohikaner.“

Legenja lächelte traurig. Irgendwie tat er mir leid, und ich sagte: „Ich habe aber gehört, Sie hätten über dreißig Patente angemeldet.“

Er ließ mich nicht weiterreden: „Ja, ich habe tatsächlich sechsunddreißig Patente. Einige der vorgeschlagenen Dinge haben in der

Serienproduktion Anwendung gefunden, manches wird sich noch durchsetzen. Ich hoffe das. Ich bin sogar überzeugt davon. Wichtig ist aber nicht so sehr mein Schicksal, sondern das Prinzip: Wir sterben aus, geben aber nicht auf! Wir haben erfunden, erfinden und werden weiter erfinden!“

Legenja entnahm einem Regal einen großen Pappkarton, schüttete einen ganzen Berg von Dokumenten auf den Tisch und machte mich mit seinen Arbeiten vertraut.



Nach gut einer Stunde stellte ich folgendes Interessante fest: Der noch ganz junge Legenja erfand und ließ sich patentieren eine Eisenbahn ohne Schienen und ohne Räder. Die Waggons sollten wie Geschosse durch die Ringe gewaltiger Elektromagneten fliegen und dabei nichts berühren. Der etwas ältere Legenja beschäftigte sich lange Zeit mit automatischen Weichen, erst für die Eisenbahn, dann für die Straßenbahn, danach für Trolleybusse und schließlich mit universell einsetzbaren Weichen. Ein Patent. Erfolg. Anerkennung. Breite Einführung in die Praxis.

Der Legenja der reiferen Jahre (diese Jahre fielen in die Zeit des Großen Vaterländischen Krieges) gibt alles für die Front: eine Pan-

zerabwehrmine, einen verbesserten Minensucher, einen Minenwerfer Nummer 1, Nummer 2, ... Nummer 5 ... Nummer 8; Vorrichtungen für Schlachtflugzeuge, die eine schnellere Aufhängung von Bomben kleinen Kalibers ermöglichen, Visiereinrichtungen für Scharfschützen.

Der bejahrte Legenja ist Urheber vieler Verbesserungen an verschiedenen Werkzeugen und Instrumenten, an geologischen Geräten und touristischen sowie alpinistischen Ausrüstungen.

Nachdem ich die „Entwicklungslinie“ Legenjas verfolgt hatte, wollte ich gerade für mich festhalten: Legenja wird kleiner, „landet auf dem Erdboden“. Aber Fjodor Iwanowitsch kam mir zuvor: „Sie haben wahrscheinlich bemerkt, daß ich mit den Jahren aufgehört habe, mich mit Transportmitteln der Zukunft zu beschäftigen und mit prinzipiell neuen Waffenarten. Denken Sie etwa, daß das am Alter liegt? Nein, es war ein Entschluß aus Weisheit! Große Projekte mögen die großen Einrichtungen ausführen: Sie haben die entsprechenden Mittel und technischen Voraussetzungen vor allem aber auch Wissenschaftler verschiedener Richtungen. Die Mohikaner dagegen müssen die einfachen Probleme des Lebens lösen helfen und nicht zu hoch hinaus wollen.“

Hier zeigte mir Legenja ein Plastrohr von etwa 30 Zentimetern Durchmesser und einer Länge von etwa einem Meter. In der Mitte des Rohres befand sich eine kleine stromlinienförmige Kapsel. Ihre Stirnseite wurde von sehr sorgfältig gearbeiteten Schaufeln geziert, die an eine Schiffsschraube erinnerten.

„Sehen Sie sich das bitte an! Wenn Sie ein Jäger, Angler, Geologe oder ein aus anderen Gründen nomadisierender Mensch sind, werden Sie sich mit mir gemeinsam freuen. Was ist das? Das ist ein Elektro-

kraftwerk. Es wiegt sieben Kilogramm, wird in einen beliebigen Fluß oder Bach, das heißt in ein fließendes Gewässer getaucht. Nach fünf Minuten sind Sie in der Lage, zehn Zelte zu beleuchten, die Akkumulatoren des Senders zu laden, mit einem Wort, sie haben sich elektrifiziert. In der Konstruktion sind zwei wichtige Lösungen enthalten: die veränderliche Form des Rohres, wodurch es möglich ist, die Strömung durch das Rohr zu beschleunigen, wenn sie an sich nur schwach ist; mein größter Stolz aber ist die vollkommene Hermetisierung aller Teile der elektrischen Anlage. Die Station wird nicht naß, nicht ein einziges ihrer Teile.“

Beim Betrachten dieses Minikraftwerkes erinnerte ich mich unwillkürlich an ein geologisches Lager auf Kamtschatka, in dem ich einmal rund eine Woche verbracht hatte. Seit dieser Zeit weiß ich, wie wichtig Anlagen dieser Art sind.

„Was muß ich jetzt tun? Ich muß einen Ultraschallgenerator bauen und ihn als einzelnen Block in die Anlage einbauen“, sagte Legenja. „Wozu? Für den Schutz des Lagers vor Mücken. Für das Licht kann man Legenja danken, vielleicht wird man ihm aber auch nicht danken, für die Befreiung von den Mücken muß man Legenja aber auf Händen tragen! Wissen Sie, was eine wilde Taigamücke ist?“

Etwas später entdeckte ich eine Vielzahl von Gipsabdrücken, die Legenja von menschlichen Händen – Männerhänden, Frauenhänden, Kinderhänden – abgenommen hatte. Die Finger der Hände waren gestreckt, leicht eingezogen, stärker eingezogen und schließlich waren die Hände zur Faust geballt.

„Was denn, Sie interessieren sich auch für Skulpturen?“ fragte ich, nachdem ich die seltsame Sammlung gesehen hatte.

„Für die Skulptur? Bloß weil es Gipsab-

drücke sind, muß es unbedingt die Skulptur sein? Sie denken formal, mein Freund.“ Er lachte kurz auf und zeigte mir ein Album mit Zeichnungen. „Sehen Sie sich das bitte an: Die Geometrie dieses sehr alten Spatens unterscheidet sich kaum von der des modernen, wie er industriell gefertigt wird. Sehen Sie sich bitte den Stiel an – ein Stock! Und was wissen wir über unsere Hände? Ist Ihnen bekannt, daß die Finger eines guten Musikers 120 Noten in der Minute abspielen können? Wissen Sie, daß der unabhängigste und arbeitsamste Finger der Daumen ist? Daß der stärkste Finger der Mittelfinger ist? Haben Sie schon bemerkt, daß der Zeigefinger der geschickteste Finger und der Ringfinger ein Faulpelz und Dummkopf ist? So ist das! Ich will den Händen ein ordentliches Instrument geben, nein, kein Musikinstrument, sondern ein Arbeitsinstrument neuer Form und neuer Möglichkeiten. Nicht einfach nur schöne Griffe, sondern... ich weiß nicht, wie ich es am besten ausdrücken soll... Nun, damit die Hände eines handwerklich tätigen Menschen fünfmal mehr können als bisher. Und das ist durchaus keine Phantasterei. Bei der Verwirklichung dieser Idee werden Geometrie, neue Materialien und das Abgehen von bisherigen Erfahrungen und altgewohnten Vorstellungen eine große Rolle spielen.“

„Sagen Sie, Fjodor Iwanowitsch, bedrückt Sie nicht mitunter Ihre Einsamkeit? Anders ausgedrückt: Was wäre, wenn man diese Probleme in einem richtigen Laboratorium gemeinsam mit Mitarbeitern lösen würde?“

Legenja antwortete nicht sofort. Schließlich sagte er: „Was nützt es, sich jetzt über sein Schicksal zu beschweren? Jetzt ist es zu spät. Ich habe keine ordentliche Ausbildung erhalten. Wer ist daran schuld? Ich selbst. Mein Vater hat von mir gefordert und



mich immer wieder ermahnt: Lerne, lerne, lerne! Ich aber war faul. Hier haben Sie den ersten negativen Faktor. Dann gab es andere Umstände: Familie, Kinder, der Krieg. Man hätte sich das Leben gewiß besser gestalten können. Nun bin ich schon dreiundsechzig Jahre alt, mein Lieber. Es ist Herbst.“

Wir verabschiedeten uns auf der Freitreppe. Es war kühl. Am schwarzen Himmel strahlten hell die Sterne.

## Wenn gearbeitet wird, stellen sich auch Erfolge ein

Er wurde am Jenissej geboren, Enkel eines Holzfällers, Sohn eines Holzfällers, Bruder von Holzfällern und Flößern. Seine ersten Erinnerungen im Leben waren unendliche Reihen von Flößen, schwimmende Straßen aus Baumstämmen, Plätze, ja ganze Ortschaften, die über das Wasser glitten.

Sein Vater, ein bärtiger und untersetzter Mann, verbrachte mehr als die Hälfte seines Lebens in der Taiga. Als er nach arbeitsreichem Leben starb, sagte er: „Nikanor soll lernen.“ Und die Brüder, ebenfalls bärtig und untersetzt, erfüllten den väterlichen Willen. Anfangs lernte Nikanor in Sibirien, dann siedelte er nach Petersburg über, sein Ingenieurdiplom erhielt er schon in Leningrad.

Als ich Nikanor Stepanowitsch kennenlernte, war er bereits über 60 Jahre alt, seit langem Professor, Doktor der Wissenschaften und ein verdienter Techniker. Ich werde hier nicht sein ganzes kompliziertes und zugleich interessantes Leben wiedergeben, sondern nur eine Linie seines Lebenslaufes herausgreifen.

Von seiner Ausbildung her war Nikanor Stepanowitsch Ingenieur. Er hatte sich auf Motoren spezialisiert. Für seine Doktorarbeit wählte er das Thema „Strahltriebwerke, ihre möglichen Konstruktionen und Anwendungsperspektiven in der Luftfahrt“. Damals, in der Mitte der zwanziger Jahre, war noch nicht geklärt, ob es jemals praktisch gelingen würde, brauchbare Strahltriebwerke für Flugzeuge zu

konstruieren. Nikanor beschritt Neuland. Jung, beharrlich und eigensinnig, glaubte und zweifelte er, fiel er von intensiver Tätigkeit in tiefe Verzweiflung, arbeitete und hoffte er.

Den Glauben Nikanor Stepanowitschs an seine eigenen Kräfte erschütterte ein Mensch — sein Arbeitskollege. Überall, wo es nur möglich war, versuchte er zu beweisen, daß die für die Sache zur Verfügung gestellten Gelder im Laboratorium Nikanor Stepanowitschs in den Wind geblasen werden. Jeder Fehler — und Fehler kamen natürlich vor — wurde aufgebraucht.

Schließlich fuhr Nikanor Stepanowitsch in sein Heimatgebiet, an den Jenissej.

Nein, er gab nicht auf, er kapitulierte nicht, er wollte sich einfach erholen und neue Kräfte sammeln. Er dachte: Ich wandere durch die Taiga, lasse mich vom Wind durchlüften... Dort wird mir sicher etwas einfallen.

Die Dinge nahmen jedoch eine Wendung, die Nikanor Stepanowitsch nicht vorhergesehen hatte. Kaum war er im Jenissejgebiet angekommen, als man ihn auch schon zu einem Gespräch in den Bezirk bat. Nach kurzen allgemeinen Sätzen über die Reise, die Gesundheit und die weiteren Pläne kamen die Genossen auf den Grund ihrer Einladung zu sprechen.

„Die Situation ist folgende: Mit der Reparatur der Schiffe befinden wir uns in einer schlimmen Lage. Der Plan ist in Gefahr. Es muß schnellstens etwas geschehen. Wir haben uns beraten und kamen zu dem Entschluß, Sie zu bitten, sich des Reparaturbetriebes anzunehmen.“

„Verzeihen Sie, aber ich bin kein Schiffbauingenieur, sondern ein Mechaniker.“

„Sie sind ein kluger und gebildeter Mensch, Nikanor Stepanowitsch, Sie können vieles... Die Bedingungen schaffen wir. Der Plan muß erfüllt werden.“

„Und wenn ich es nicht schaffe, was wird dann?“

„Wir unterstützen Sie. Es wird geschafft. Nun? Schlagen Sie ein?“

Und ohne es selbst erwartet zu haben, siedelte Nikanor Stepanowitsch in den Reparaturbetrieb über. Er begann mit den Schadenslisten: aus der Schiffsschraube herausgeschlagene Schaufeln, zertrümmerte Schiffsschraube, Welle der Schiffsschraube gebrochen, Schaufeln herausgeschlagen, Steuer gebrochen, Schraube beschädigt, noch eine Schraube...

Die Art der Schäden wiederholte sich. Es waren nicht allzu viele verschiedene Defekte. Bei der Holzflößerei wurden die Schiffe vor allem an den Rädern, Schrauben und Steuern beschädigt. Der Ingenieur faßte einen ersten Entschluß: Es muß eine Reparatur am laufenden Band organisiert werden, es sind beizeiten Reserveschrauben, Reserveräder und Austauschsteuer bereitzustellen. Da die Flotte hinreichend gemischt zusammengesetzt und auch nicht mehr neu war, gestaltete es sich ziemlich schwierig, die fließende Reparatur in Gang zu bringen. Aber sie lief doch an.

Der Ingenieur sah die Lösung seiner Aufgabe jedoch noch etwas anders, umfassender, grundlegender: Eine Flößereiflotte erfordert andere Schiffskonstruktionen — ohne Räder, ohne Schrauben, ohne ins Wasser getauchte Steuer. Vorläufig wußte er nur, was nicht gebraucht wurde, konnte aber noch keine Gegenvorschläge machen. Gelegentlich teilte er seine Gedanken Ilja Semjonowitsch mit, der ihn dazu überredet hatte, die Leitung des Reparaturbetriebes zu übernehmen. Der sagte: „Na was denn, denken Sie sich ein geeignetes Schiff aus. Wir helfen.“

„Das ist nicht so einfach: sich ausdenken!“

Einmal bekam er eine hydrologische Karte

des Landes in die Hand. Ihr weißes Feld war dicht mit einem hellblauen Spinnwebgewebe überzogen – Flüsse, Fließchen und Bäche. „Wie viele Flüsse gibt es denn bei uns? Wie lang sind die Schifffahrtswege insgesamt, und welche Teile der Flüsse sind eigentlich schiffbar?“

Die Antwort war niederschmetternd: 300 000 Kilometer der Wasserstraßen sind nicht schiffbar.

Jetzt gab ihn der Gedanke an ein Schiff, das auch flache Wasserwege befahren kann und Sandbänke sowie Flöße nicht zu fürchten braucht, keine Ruhe mehr. Er hatte aber noch keinerlei Vorstellungen, wie dieses neuartige Schiff gebaut sein müßte.

Während dieser Zeit erfolgten größere Veränderungen in dem Institut, aus dem Nikanor Stepanowitsch kam, und die Institutsleitung rief ihn zurück in sein Laboratorium.

Nikanor sagte ab. Er blieb am Jenissej.

Im Herbst ging Nikanor Stepanowitsch zur Jagd. Er wollte nicht lange bleiben und nahm deshalb nur Rucksack und Gewehr mit. Versonnen wanderte er am Ufer eines geschäftig dahinplätschernden Baches entlang, auf einem ausgetretenen schmalen Pfad, und sah kaum einmal zur Seite. Genau gesagt, die Jagd war nicht sein eigentliches Ziel, sondern nur ein Mittel. Er wollte einfach allein sein. Nachdenken.

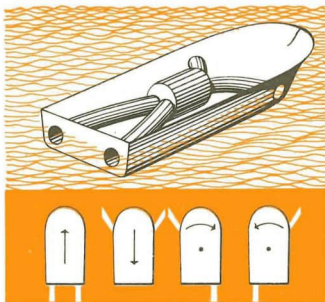
An einer Biegung des Baches begegnete ihm ein Mensch, bärtig und von kräftiger Figur. Er ähnelte sehr seinem verstorbenen Vater und seinen älteren Brüdern. Ein Mensch der Taiga.

Der Entgegenkommende führte ein Pferd am Zügel; das Pferd zog an einem Seil ein Boot mit ebenem Boden.

Nikanor Stepanowitsch blieb stehen; er sah nicht mehr den bärtigen Menschen, sondern nur noch das Pferd und das hochbeladene Boot. Ihm war plötzlich klar,

daß sein zukünftiges, auch für flache Gewässer geeignetes Schiff unten völlig flach sein mußte, ohne ein hervorstehendes Teil. Der Motor im Inneren des Schiffskörpers wird über eine Welle mit einer Propellerpumpe hoher Leistung verbunden sein. Die Pumpe wird Wasser ansaugen und durch spezielle Düsen kräftig nach hinten ausstoßen, so daß der Strahl das Schiff vorwärts treibt, wie der Gasstrahl das Düsenflugzeug.

Das Schema seines neuen Schiffes entwarf Nikanor Stepanowitsch an einem Abend. Natürlich war das noch kein Schiff, sondern nur ein Schema. Dem Laien hätte es nicht nur einfach, sondern sogar primitiv erscheinen mögen. Man mußte aber von Holzfällern und Flößern abstammen, Spezialist für Strahltriebwerke sein, viel im Leben gesehen und erfahren haben, sich gebeugt haben, ohne zu zerbrechen, wegen erlittener Kränkungen fast den Verstand verloren und trotzdem den nüchternen analytischen Verstand bewahrt haben sowie Ingenieur aus Berufung sein, um diese einfache Lösung zu finden. Und es war ein sehr fester Charakter erforderlich, um während weiterer zehn Jahre die Konstruktion zu Ende zu führen, zu verbessern, zu vereinfachen.



Ich hatte Gelegenheit, auf diesem ungewöhnlichen Schiff zu fahren. Der Kutter flitzte flink über das Wasser, konnte augenblicklich stehenbleiben, wendete am Ort, um seinen eigenen Schwerpunkt, er konnte mit einem bestimmten Anlauf auf das Ufer auf-fahren. Wieder ins Wasser gelassen, überwand der Kutter ohne Schwierigkeit Strecken mit schwimmenden Baumstämmen; sie wurden unter dem Bootskörper weggedrückt. Mit dem Heck zu Hindernissen ausgerichtet, beseitigte er mit den aus den Antriebsdüsen austretenden Strahlen Sandbänke, Anhäufungen von Baumstämmen und wälzte selbst recht große Steine zur Seite. Der kleine Kutter konnte auch als Schlepper für riesige Lastkähne eingesetzt werden.

Ich bin schon auf Ozeandampfern gefahren, war an Bord des Atomeisbrechers „Lenin“, habe die ungestüme Fahrt der „Me-teore“ erlebt, jener Schiffe mit Unterwassertragflügeln, und ich war auf Torpedoboote – dennoch habe ich mein Herz dort, an jenem Flußabschnitt des Jenissej, gelassen, wo der Erstling Nikanor Stepanowitschs erprobt wurde. Natürlich ist es dumm zu behaupten, daß ein kleiner Kutter größere Bedeutung hätte als ein Hochseeschiff oder ein atomgetriebener Eisbrecher. Was mich faszinierte, war die Gestalt gewordene ungewöhnliche Idee Nikanors. Ihm gehörte meine ganze Sympathie, als er, das Resümee aus unseren langen Gesprächen und aus seinem Leben ziehend, erstaunlich einfach und doch nachdrücklich sagte: „Mit einem Wort, wenn man arbeitet, stellen sich auch die Erfolge ein.“

## Zum Überlegen und Lösen

(Antworten)

37. Die Flugformation der Kraniche ist sehr vorteilhaft. Die hinter dem Leitvogel fliegenden Vögel haben einen wesentlich geringeren Luftwiderstand zu überwinden als der Leitvogel, der gleich einer Pfeilspitze den Raum durchschneidet. Die stärksten Kraniche fliegen deshalb an der Spitze des Keils und nehmen abwechselnd den Platz des Leitvogels ein. Die schwächeren, jungen und verletzten Kraniche dagegen ordnen sich am Ende des Keils ein, bleiben so nicht hinter dem Zug zurück beziehungsweise halten die anderen nicht auf.

38. Das Wasser wurde in einer Höhe von 4 000 Metern über dem Meeresspiegel zum Sieden gebracht. Es ist bekannt, daß der Luftdruck mit der Höhe abnimmt und Flüssigkeiten bei geringerem Luftdruck früher sieden als bei normalem.

39. Oleg hat unbegründet so kategorisch erklärt: „Ihr habt beide keine Ahnung!“ Sein Wert war so „richtig“ und so „falsch“ wie die beiden anderen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls hängt von der Temperatur der umgebenden Luft ab. Bei minus 20 Grad Celsius beträgt sie 319 Meter je Sekunde, bei 0 Grad Celsius 332 Meter je Sekunde und bei plus 20 Grad Celsius 343 Meter je Sekunde.

40. Die Besonderheit des Beispiels besteht darin, daß die Ziffern 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 und 9 darin je einmal vorkommen.

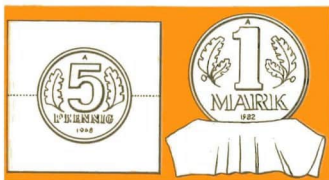
41. Die Lösung der ersten Variante sieht so aus:

$$\begin{array}{ccccccc} & & 5 & & & & \\ & 7 & & 3 & & & \\ 6 & & & & & 4 & \\ 2 & 9 & & 1 & & 8 & \end{array}$$

Für die zweite Variante ergibt sich:

$$\begin{array}{ccccccc} & & 2 & & & & \\ & 5 & & 4 & & & \\ 9 & & & & & 8 & \\ 1 & 6 & & 7 & & 3 & \end{array}$$

42. Faltet man ein Blatt Papier so zusammen, daß anstelle des runden Loches ein schmaler Schlitz entsteht, so geht das Einmarkstück bequem hindurch. Die Rechnung bestätigt die Beobachtung. Der Durchmesser eines Fünfpfennigstücks ist 19 Millimeter, sein Umfang etwas mehr als 59 Millimeter, die Länge eines schmalen geraden Schlitzes somit etwa 29 Millimeter. Das ist aber mehr als der Durchmesser des Einmarkstücks, der etwa 25 Millimeter beträgt.



43. Nehmen wir einmal an, du bist 1 Meter und 60 Zentimeter groß. Wir messen aus, wie groß du auf der Fotografie bist. Es sollen 4 Zentimeter sein. Dann beträgt die Verkleinerung  $\left(\frac{160}{4} = 40\right)$  das 40fache.

Jetzt bestimmt man die Höhe des Hauses auf der Fotografie und erhält beispielsweise 18,5 Zentimeter. Dann ist das Haus

in Wirklichkeit 40mal größer, das heißt, es hat eine Höhe von  $18,5 \text{ Zentimeter} \cdot 40 = 7,4 \text{ Meter}$ .

44. Die Lösung lautet:

$$\begin{array}{lll} 3 \cdot 1 = 3 & \frac{3}{5} \cdot 5 = 3 & -5 + 8 = 3 \\ 1,5 \cdot 2 = 3 & & 12 - 9 = 3 \\ 0 + 3 = 3 & & \\ 7 - 4 = 3 & 18 : 6 = 3 & \\ 3 : 1 = 3 & \frac{3}{7} \cdot 7 = 3 & \end{array}$$

45. Dieser Pfropfen kann hergestellt werden. Die Abbildung bestätigt das. Es handelt sich hier um eine Aufgabe aus der Praxis und nicht um eine theoretische Knobelei zum Schulen unseres Denkens. Alle technischen Zeichner, die an der Projektierung von Maschinenbauteilen arbeiten, müssen solche „Pfropfen“ finden.



46. Um die Bedingungen der Aufgabe zu erfüllen, muß man sich auf der folgenden Linie bewegen:

– 1 – 3 – 7 – 12 – 8 – 4 – 9 – 13  
– 17 – 21 – 16 – 20 – 24 – 29  
– 25 – 30 – 26 – 31 – 27 – 22  
– 18 – 14 – 10 – 5 – 2 – 6 – 11  
– 15 – 19 – 23 – 28 – 32

47. Der Verfasser des Berichts fuhr von Wittenberg in Richtung Magdeburg. Er sah am linken Ufer die Schornsteine des Kraftwerks Vockerode.

48. Die beim Ziehen und beim Schieben des Wagens aufgebrauchte Kraft wird in zwei Komponenten zerlegt, in eine horizontale und in eine vertikale Komponente. Die horizontale Komponente ergibt die



Bewegung des Wagens in der Fahrtrichtung, die vertikale Komponente hebt den Wagen bei der Überwindung von Rinnen und Löchern (beim Ziehen) beziehungsweise drückt den Wagen auf die Fahrbahn (beim Schieben). Deshalb ist es leichter, den Wagen zu ziehen.

49. Zunächst soll die Frage beantwortet werden: Warum fließt ein Fluß? Weil sein Bett eine geneigte Ebene darstellt. Infolge der Reibung zwischen dem strömenden Wasser und dem Flußbett ergibt sich eine bestimmte Fließgeschwindigkeit.

Ein Floß, das vom Ufer ablegt, bewegt sich und vergrößert seine Geschwindigkeit – es gleitet ja auch die geneigte Ebene herab. Die Geschwindigkeit des Floßes nimmt so lange zu, bis sie gleich der Fließgeschwindigkeit des Wassers ist. In dem Maße, wie die Geschwindigkeit des Floßes weiter ansteigen will, beginnt das Wasser die Bewegung seines „Passagiers“ abzubremesen, beispielsweise so, wie die Luft den Fall eines Körpers bremst, der aus einer gewissen Höhe herabfällt.

Ein Körper schwimmt mit um so größerer Geschwindigkeit stromabwärts, je schwerer er ist. Du zweifelst an der Richtigkeit dieser Schlußfolgerung und willst sie persönlich überprüfen? Bitte sehr: Werf einige Holzspäne aus einem frei schwimmenden Boot. Die leichten Späne bleiben sehr schnell hinter dem schweren Boot zurück. Aus demselben Grunde holen herausgefallene Ruder niemals das Boot ein, das sie verloren hat.

50. Da der Fischer und der Bootsmann die Leine jeweils zu sich hinziehen, ist die Zugkraft der Leine gleich der Kraft eines von beiden. Folglich ist sie auch gleich der Kraft, die der erste Fischer aufwendet,

um sich mit Hilfe des Pollers ans Ufer zu ziehen. Die beiden Boote werden deshalb gleichzeitig am Landesteg ankommen.

Ja, gleichzeitig! In dem einen Falle wird die Gegenkraft zur Kraft des Fischers (die dem Betrag nach gleich der Kraft des Fischers ist, aber entgegengesetzte Richtung hat) durch den Poller „aufgebracht“, in dem anderen Falle durch den Bootsmann. Das ist der ganze Unterschied!

## Kleine Ratschläge

Zu Beginn einige Worte über die Piktographie, über die Wiedergabe eines Begriffes, eines Gedankens oder eines Gegenstandes durch ein vereinfacht gezeichnetes Bild. Diese Darstellungen, die Piktogramme, sind nicht wörtlich lesbar, sondern nur deutbar. Ihren Ursprung haben sie bei den Schriftzeichen der nordamerikanischen Indianer, den frühen Formen der chinesischen Schriftzeichen und bei den ägyptischen Hieroglyphen.

In unserer Zeit spielen Piktogramme eine große Rolle. So sind viele internationale Verkehrszeichen nach piktographischen Prinzipien entworfen worden. Ganz gleich, welche Sprache der Kraftfahrer spricht, er wird die Bedeutung der Zeichen stets verstehen. Sieht er beispielsweise auf dem Verkehrszeichen eine schwarze Silhouette, deren oberer Rand gewellt ist, so weiß er: Ich habe eine Straße mit Bodenwellen zu erwarten. Ist auf dem Verkehrszeichen ein Zelt dargestellt, so bedeutet das: Jetzt kommt ein Campingplatz.

Andere Piktogramme finden wir in Form von Aufklebern auf Kartons und Kisten. Ein Glas mit hohem, schlankem Stiel bedeutet: Vorsicht, in der Sendung sind leicht zerbrechliche Gegenstände enthalten, mit dem Karton ist behutsam umzugehen! Ein aufgespannter Regenschirm: Die Sendung ist vor Nässe zu schützen!

Der Mensch verwendet Hunderte, vielleicht sogar Tausende solcher vereinbarter Zeichen, und diese Zeichen werden vielfältig eingesetzt.



Vielleicht stellt ihr eine Sammlung der wichtigsten Piktogramme zusammen? Das könnte eine interessante wie nützliche Arbeit sein.

Täglich begegnet man einer Vielzahl von Begriffen aus der Technik, darunter auch neuen, mit denen man nichts anzufangen weiß. Da man sich neue Begriffe gewöhnlich nur schwer merken kann, hat es sich als ratsam erwiesen, diese zu sammeln, jedes zusammen mit einer kurzen Begriffserklärung auf eine kleine Karteikarte zu schreiben und diese Karten alphabetisch zu ordnen. Das hat zweierlei Vorteile: Wir lernen die Begriffe und das, was sich hinter ihnen verbirgt, schneller und genauer kennen; außerdem können wir rasch einmal nachschauen, wenn wir unser Gedächtnis auffrischen wollen. Doch woher nimmt man die Erklärungen für unbekannte Begriffe?

Erstens folgt die Bedeutung eines Begriffs häufig aus dem Text des Artikels, aus einer Anmerkung oder aus einer Beschreibung (um sie zu erfassen, muß man allerdings aufmerksam lesen). Zweitens gibt es in jeder Bibliothek Nachschlagewerke — Lexika, Wörterbücher, Enzyklopädien —, in denen man die gewünschte Information erhalten kann. Drittens wohnst du nicht am Nordpol, und um dich herum gibt es viele Menschen, die mehr wissen als du. Nur eins vergiß nicht: Über das Meer muß man den Fischer befragen!

Manche meiner jungen Freunde beklagen

sich: „Wissen Sie, ich war wirklich nicht zu faul, Brot einzuholen (oder: das Zimmer zu fegen oder: den Mülleimer wegzutragen oder: die Wäsche in die Wäscherei zu bringen), ich habe es einfach vergessen. Aber meine Mutter war sehr böse, daß ich nicht daran gedacht hatte.“

Ich verstehe meine jungen Freunde, ihre Mütter übrigens auch. Ich schlage vor, für ständig wiederkehrende Arbeiten eine Signaltafel zu konstruieren. Auf ein Brett oder eine Pappe werden die wichtigsten Tätigkeiten, die einem von der Mutter gewöhnlich übertragen werden, geschrieben – untereinander oder nebeneinander. Hinter beziehungsweise unter jedes Wort bohrt man ein Loch; es soll so groß sein, daß man ein Streichholz (ohne Kuppe) oder einen Holz- oder Metallstift hineinstecken kann.

Aufgabe		
Brot kaufen	●	●
Fußboden bohren	●	●
Mülleimer wegbringen	●	☞
Energierechnung bezahlen	●	●
Kartoffeln schälen	☞	●
Milch kaufen	●	☞
Zimmer aufräumen	●	●
abwaschen	●	●
erledigt		

Die Mutter steckt Streichhölzer oder Stifte in die Löcher hinter denjenigen Tätigkeiten, die ausgeführt werden sollen. Kommt man aus der Schule, wirft man

einen Blick auf die Tafel und weiß sofort, welche häuslichen Pflichten einem obliegen. Hat man sie erfüllt, nimmt man das Streichholz wieder heraus und steckt es in die Spalte „Erledigt“. Das ist doch einfach, nicht wahr?

Hat man Geschwister, die auch Aufgaben zu erfüllen haben, so werden Stifte verschiedener Farbe verwendet. So weiß jeder, was er zu erledigen hat.

Was man auch tun mag – ein Modell bauen, eine schwierige Aufgabe lösen oder sich seinen Arbeitsplatz einrichten –, immer sollte man überflüssige Arbeiten vermeiden.

Ich möchte diesen Ratschlag durch arithmetische Beispiele illustrieren: Die Zahlen 17 und 18 multipliziert man nicht in der üblichen Weise. Entweder man löst die Aufgabe mit Hilfe eines Rechenstabes, oder man verfährt in der folgenden Weise: Die 18 kann als  $20 - 2$  geschrieben werden, denn  $17 \cdot (20 - 2)$  im Kopf zu multiplizieren ist einfach:  $17 \cdot 20 = 340$ ,  $17 \cdot 2 = 34$ , und weiter:  $17 \cdot (20 - 2) = 340 - 34 = 306$ .

Wenn geklärt werden soll, ob die Zahl 526 durch 3 teilbar ist, so braucht man die Division nicht ausführen, um sich am Ende der Rechnung davon zu überzeugen, daß ein Rest von 1 übrigbleibt. Man addiert einfach die Ziffern 5, 2 und 6, erhält als Quersumme 13 und kann sofort sagen: Die Zahl 526 ist nicht durch 3 teilbar.

Noch eine Regel für Rechenerleichterungen. Es soll beispielsweise eine beliebige Zahl, die auf 5 endet, quadriert werden. Wie macht man das? Man multipliziert die vor der 5 stehende Zahl mit der ihr im Zahlensystem unmittelbar folgenden natürlichen Zahl und hängt an das Produkt die Zahl 25 an.

Zum Beispiel:

$$85^2$$

$$8 \cdot 9 = 72; 85^2 = 7\,225,$$

oder:

$$105^2$$

$$10 \cdot 11 = 110; 105^2 = 11\,025.$$

Natürlich erschöpfen sich die Möglichkeiten verkürzter Lösungen nicht in den hier angeführten Beispielen; es gibt noch viele andere.

## Kalenderblätter

**1945**

Bau der ersten elektronischen Großrechenmaschine in den USA

**1945/1946**

Erste Versuche zur Funkortung des Mondes



**1946–1948**

Beginn der industriellen Herstellung von Titan

**1949**

Einrichtung der ersten vollautomatischen Fabrik zur Herstellung von Kraftfahrzeugmotor-Kolben in der UdSSR. In der UdSSR wird die erste Atombombe zur Explosion gebracht

**1950**

Das „Rover“-Werk stellt das erste Automobil mit Gasturbinenantrieb her

**1951**

Erste Serienproduktion des sowjetischen Hubschraubers Mi 1, konstruiert unter Leitung von M. L. Mil

**1953**

Unter der Leitung von E. O. Paton wird die erste vollgeschweißte Brücke über den Dnepr gebaut.

Beginn der Herstellung von Halbleiter-Bauelementen

**1954**

Das erste Kernkraftwerk mit einer Leistung von 5000 Kilowatt wird in der UdSSR in Betrieb genommen

**1955**

Der sowjetische Luftverkehrsbetrieb AEROFLOT stellt die ersten strahlgetriebenen Flugzeuge in Dienst

**1956**

Das erste Kernkraftwerk Großbritanniens nimmt seinen Betrieb auf

**1957**

In der UdSSR wird der erste künstliche Erdsatellit gestartet.

Der sowjetische mit Kernkraft betriebene Eisbrecher „Lenin“ läuft vom Stapel



**1958**

Die USA starten ihren ersten künstlichen Erdsatelliten

**1959**

Die UdSSR startet den ersten Raumflugkörper in Richtung Mond.

Eine sowjetische Mondsonde fotografiert erstmals die Rückseite des Mondes

**1960**

In den USA läuft das mit Kernkraft betriebene Transport- und Passagierschiff „Savannah“ vom Stapel

**1961**

Start des ersten sowjetischen Raumflugkörpers zur Venus.

J. A. Gagarin fliegt als erster Mensch der Welt mit dem Raumschiff „Wostok“ in den Kosmos





## Fragen ohne Antworten

1. Mit welchem Gerät werden sehr schwache elektrische Ströme gemessen?
2. Wer war James Hargreaves und wodurch wurde er berühmt?
3. Wo und wozu werden Federringe verwendet?
4. Wozu dient eine Walzstraße?
5. Welche einseitigen und zweiseitigen Hebel werden bei dir zu Hause verwendet?
6. Wer war Igor Wassiljewitsch Kurtschatow und wo liegen seine Verdienste?
7. Welches ist das größte Wasserkraftwerk der Welt?
8. Wer war C. G. de Laval und was ist sein Verdienst?
9. Wozu wird der Rückstoß in einer automatischen Pistole genutzt?
10. In viele Kraftfahrzeugmotoren wird ein Thermostat eingebaut. Wozu?

## Wenn Ingenieure zusammen sind

Das Werk, von dem ich nun erzählen möchte, beginnt hinter der langweilig gelben Fassade eines durch nichts bemerkenswerten Gebäudes. Ein hohes Tor, ein geräumiger Durchgang, Tafeln mit Bekanntmachungen – das ist eigentlich alles, was von der Straße aus zu sehen ist. Wer das Werktor durchschreitet, gelangt nach wenigen Metern auf den Betriebshof. Dieses asphaltierte Gelände ist dicht mit neuen, wie aus dem Ei gepellten Autos vollgestellt: mit hellblauen, dunkelroten, elfenbeinfarbenen, dunkelblauen und schwarzen.

Ein modernes Automobil – das sind Tausende von Einzelteilen, die zu einem Ganzen zusammengefügt sind, das sind Zehntausende von Einzeloperationen, die in einem bestimmten Rhythmus, in einer streng vorgegebenen Reihenfolge, nach einem präzisen Plan ausgeführt werden. Ein modernes Automobil – das sind die Bemühungen Tausender von Menschen unterschiedlicher Spezialausbildung, unterschiedlicher Fähigkeiten, unterschiedlicher Charaktereigenschaften und unterschiedlicher Qualifikation. Wo nimmt es seinen Anfang?

Große Pressen verwandeln Stahlbleche in Teile der Karosserie. An anderen Orten werden die Motorblöcke gegossen, die Halbachsen geschmiedet, Federstahlbänder zu Federn zusammengefügt, Fensterscheiben bereitgestellt, Räder montiert, Bezüge für die Sitze zurechtgeschnitten und genäht, Benzinleitungen gebogen, Scheinwerfer überprüft...

Die vielen Einzelteile gelangen in einer bestimmten, streng vorgegebenen Reihenfolge in die Montageabteilung, wo sie zu ersten Aggregaten, zu ersten „Organen“ des künftigen Automobils zusammengefügt werden.

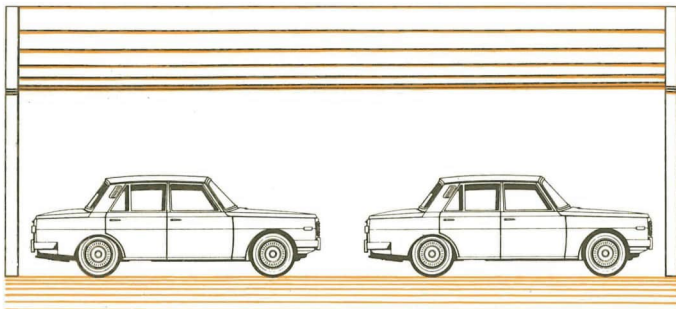
Dieser lange und schwierige Prozeß ist einer einzigen Zahl untergeordnet, der vielleicht wichtigsten Kennziffer – 2 Minuten 15 Sekunden.

Alle 2 Minuten 15 Sekunden rollt vom Hauptfließband, an dem die Endmontage erfolgt, ein fertiges Kraftfahrzeug.

Das bedeutet: Alle 2 Minuten 15 Sekunden muß eine Karosserie hergestellt werden; alle 2 Minuten 15 Sekunden ist die fertige Karosserie auf das Fahrgestell zu montieren; alle 2 Minuten 15 Sekunden sind vier Räder anzuschrauben: in 2 Minuten 15 Sekunden sind die Scheiben anzubringen; in 2 Minuten 15 Sekunden müssen das Versorgungssystem des Motors, das elektrische System, das Kühlsystem des Motors montiert werden...

2 Minuten 15 Sekunden, das ist die Zeit für einen Schritt des Fließbandes, der weder verlängert noch verkürzt werden kann. Diesem Schritt sind das Leben des ganzen Betriebes, die Bemühungen und Gedanken aller Mitarbeiter untergeordnet.

Geht man durch den Betrieb, so wird man der geschickten Arbeit der Monteure gewahr. Hier ergreifen zwei Burschen eine Frontscheibe, umkleiden sie mit einem Dichtungsgummi, legen in die Fuge des Gummis eine Gummischur, führen die Scheibe mit der Bewegung von Taschenspiellern über die Motorhaube und setzen sie buchstäblich im Handumdrehen an ihre Stelle. Daschiebt ein Monteur die vorher fertig montierten Räder auf die Stifte der Bremsstrommel, ergreift einen pneumatischen „Schraubenschlüssel“ und zieht alle fünf Muttern gleichzeitig fest. Dort glätet



ein Mädchen mit genau berechneter Handbewegung den Dichtungsgummi der Kofferrhaube, wedelt mit einem Pinsel, und schon ist der Gummi angeklebt.

Die Arbeit der Ingenieure ist nicht so deutlich sichtbar. Um sie würdigen zu können, muß man sich die Produktion etwas genauer ansehen, in das Wesen der vielfältigen Probleme eindringen.

Damit alles glattläuft, damit das Hauptfließband niemals „stottert“, niemals „hinkt“ und natürlich schon gar nicht stehenbleibt, müssen sich die Ingenieure einer sehr strengen Formel unterordnen: WWW. Das bedeutet: Jeder Mensch im Betrieb muß wissen, WAS, WANN und WIE zu tun ist. Und es muß darüber hinaus genau festgelegt sein, wer für die einzelnen Herstellungsbereiche verantwortlich ist. Glaubt nicht, daß das so einfach ist!

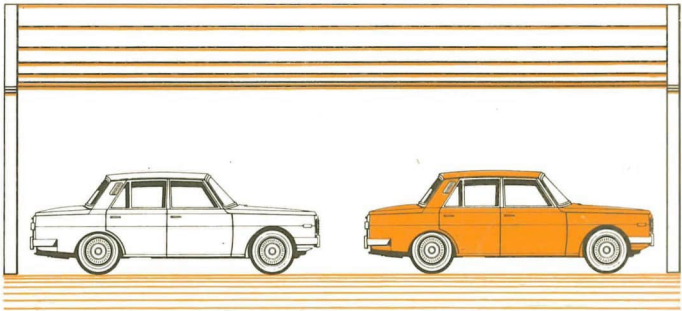
Wenn ein in der Produktion tätiger Ingenieur die Anweisung gibt, das und das sei zu machen, so wird er von den Produktionsarbeitern mit Gewißheit gefragt: „Wie soll das gemacht werden?“ Und die Antwort muß er dann sofort geben können, präzise und begründet.

Fast keiner, der zum erstenmal die Arbeit an einem Fließband beobachtet, wird die

Frage zurückhalten können: „Und dieser Monteur setzt jeden Tag linke Türen ein, der andere immerzu nur rechte Fensterscheiben? Er macht nur wenige eingebaute Bewegungen, und nur diese?“

Nein, so ist es nicht. Die Monteure wechseln ihre Plätze am Band. Je mehr Operationen ein Produktionsarbeiter ausführen kann, um so besser. Denn erstens: Es kann jemand krank werden und dadurch nicht am Arbeitsplatz erscheinen, ein anderer muß vielleicht dringend seinen Arbeitsplatz verlassen. Wegen eines einzigen Menschen kann aber weder das Band angehalten noch die Bandgeschwindigkeit verringert werden. Zweitens liegt der ständige Wechsel im Interesse des Arbeiters selbst: Er ermüdet nicht so schnell, weil ihm die Arbeit nicht eintönig wird, und der Monteur erreicht – ohne es selbst recht zu bemerken – eine Qualifikation, durch die er universell einsetzbar wird.

Die Organisation der Arbeit obliegt gleichfalls Ingenieuren. Dabei dürfen sie ihr Augenmerk nicht nur dem Kraftfahrzeug widmen, das produziert werden soll, sondern vor allem auch den Menschen, die es bauen. Das bedeutet: Ingenieure müssen objektiv, geduldig und beharrlich sein können;



sie müssen in das Wesen menschlicher Charaktere einzudringen vermögen und es verstehen, ihre Mitarbeiter zu quantitativ wie qualitativ hohen Leistungen anzuspornen.

Nehmen wir einmal an, jemand gelangt zu einer glänzenden Idee, wie nämlich die Technologie einer bestimmten Operation verbessert, der Arbeitsprozeß schneller ausgeführt und damit Zeit eingespart werden kann. Geht es dabei um die Produktion von Einzelteilen oder ähnlichen Erzeugnissen, so ist alles relativ einfach: Der Facharbeiter A stellt stündlich anstelle der geplanten 10 Einheiten vielleicht 14 her. Bei der Arbeit an einem Fließband ist die Verwirklichung einer neuen Idee meist schwieriger. Ein Beispiel: Dem Facharbeiter A gelingt es, eine bestimmte Operation durch eine Verbesserung in 1 Minute 45 Sekunden statt wie bisher in 2 Minuten 15 Sekunden auszuführen. Was nun? Die Geschwindigkeit des Fließbandes kann wegen dieses Einzelerfolgs, mag er noch so überragend sein, nicht geändert werden. Bedeutet das, daß der Arbeiter A nach der schnelleren Ausführung seiner Operation jedesmal eine Erholungspause von einer halben Minute einlegen kann? Wer hätte dann einen

Nutzen von der Neuerung des Facharbeiters A?

An dieser Stelle ergibt sich wieder eine Aufgabe für den Ingenieur, nämlich die Operation so umzuverteilen, daß die von einem Produktionsarbeiter eingesparte Zeit der Gesamtproduktionszeit zugute kommt.

Das hier gewählte Beispiel ist einfach, dennoch gibt es den Grundgedanken richtig wieder: daß Ingenieure der Produktion vor allem Organisatoren und Leiter eines großen und sehr komplizierten Produktionsprozesses sein müssen.

Womit läßt sich ein Fließband vergleichen? Mit einem ununterbrochen laufenden Band? Ich meine, eine moderne Montagestrecke gleicht weniger einem Transportband als vielmehr einem gewaltigen Strom mit vielen Nebenflüssen unterschiedlicher Breite und Tiefe. In den einen fließt das Wasser schneller, in anderen langsamer. Auf allen Nebenflüssen schwimmen „Baumstämme“, einzeln, nicht miteinander verbunden.

Der Mensch muß darauf achten, daß keine Stockung eintritt, daß die „Baumstämme“ den großen Strom zu einer bestimmten Zeit erreichen, in einer bestimmten Reihen-

folge. Wozu? Damit diese „Baumstämme“ zu Gruppen formiert und schließlich zu „Flößen“ zusammengestellt werden können, damit diese „Flöße“ eine bestimmte Form, bestimmte Abmessungen erhalten. Das ist schwierig. Es ist eine Gleichung mit vielen Unbekannten, die ihre Werte dauernd ändern können (es hat sich eine Stauung gebildet, ein „Stamm“ hat sich am „Ufer“ verklemmt, eine „Trosse“ ist gerissen...). Diese Gleichung muß aber gelöst werden, und zwar unter ständiger Berücksichtigung der realen Umstände.

Ich sprach mit einem erfahrenen Ingenieur, Georgi Alexandrowitsch, seit fast vierzig Jahren im Werk. Er hatte seine Laufbahn in der Werkstatt begonnen, arbeitete damals etwa zehn Jahre lang als Technologe, versuchte sich als Konstrukteur, wurde leitender Konstrukteur, beschäftigte sich mit Serienmaschinen, Spezialfahrzeugen, baute Pkw, Rennmaschinen und – Spielzeugautos.

„Vor allem möchte ich feststellen“, sagte Georgi Alexandrowitsch, „daß die Arbeit als Ingenieur in der Produktion Freude bereitet. Warum? Weil man hier wie an keiner anderen Stelle sonst die Früchte seiner Arbeit sieht. Eine Idee verwandelt sich in „Papier“ – damit meine ich die technischen Zeichnungen – und findet dann ihren Ausdruck in Metall. Das ist etwas ganz Wunderbares – eine in Metall geformte Idee! Ein Produktionsingenieur kann seine Arbeit – wenn er nicht routinemäßig an sie herangeht, sondern sich zu ihr berufen fühlt – ständig verbessern. Und noch etwas: Wenn Ingenieure kollektiv arbeiten, können sie praktisch jedes Problem bewältigen. Wir befinden uns ständig in einer schwierigen Lage: Die Maschine muß vervollkommen werden. Aber niemand wird uns jemals erlauben, die Produktion auch nur für eine einzige Minute zu unterbrechen. Glauben

Sie, daß das einfach und leicht ist? Und trotzdem haben wir es geschafft, im Verlauf von zwei Jahrzehnten die Leistung des Motors zu vervierfachen und das Äußere des Wagens völlig zu verändern.“

Wir sprachen über vieles: über die Pflichten eines Ingenieurs im Betrieb, über die Möglichkeiten der heranwachsenden Jugend, über die anziehenden Dinge in diesem Beruf, aber auch über die Unannehmlichkeiten. Wir sprachen über Berufung und Talent, über den Preis, der für Fehler gezahlt werden muß, und über Enttäuschungen. Aus dem langen Gespräch möchte ich einige, meiner Ansicht nach besonders interessante Ausführungen wiedergeben.

Georgi Alexandrowitsch sagte: „Ein junger Ingenieur muß vor allem wissen, was er will.“

Und sofort erinnerte ich mich an das Schicksal eines von Georgi Alexandrowitschs jungen Kollegen, er heißt Wolodja, der mit dreizehn Jahren versuchte, das Autofahren zu erlernen. Natürlich unerlaubt, natürlich nur auf dem Hof. Dann meldete sich Wolodja für einen Zirkel im Haus der Pioniere an, baute anfangs Modelle, etwas später „richtige“ K-Wagen. Nach dem Abschluß der Zehnklassenschule erlernte er den Beruf eines Monteurs. Er arbeitete nacheinander an allen Stellen des Fließbandes und später in der Abteilung für Versuchskonstruktionen. Und hier begann für ihn das Wichtigste und Schwierigste: Es keimte in ihm der Wunsch, Rennmaschinen zu bauen, zu testen und zu fahren. Das Fahren lernte er ziemlich schnell. Das Bauen erwies sich als nicht so einfach; seine Kenntnisse reichten nicht aus. Er begann mit einem Abendstudium. Fünf Jahre lang arbeitete und lernte er wie besessen. Er drang in die Wissenschaft ein, bewies Ausdauer und Beharrlichkeit. Das Ergebnis: Wolodja ist heute Ingenieur, Meister des Sports, einer



der besten Rennfahrer des Landes. — Georgi Alexandrowitsch sagte: „Ein junger Ingenieur muß vor allem begreifen, was Verantwortung ist.“

Und auch hier erinnerte ich mich an das Schicksal eines Ingenieurs. Viktor, so heißt er, begann seinen Berufsweg mit ungewöhnlich guten Leistungen. Seine Arbeiten zeichneten sich durch Selbständigkeit, Genauigkeit und phantasievolle Lösungen aus. Er wurde gelobt und sogar einigen älteren Konstrukteuren als Beispiel hingestellt. Da ereignete sich ein Unglück. Ein richtiges Unglück war es eigentlich nicht: Ein von ihm entwickeltes Teil wurde vom besten Fräser der mechanischen Werkstatt einfach zunichte gemacht. Warum? Die äußerlich ausgezeichnete Lösung erwies sich technologisch als nicht ausführbar. So etwas kann selbst erfahrenen Ingenieuren passieren. Und hier ist nicht so sehr der Fehler selbst, der Irrtum in den Berechnungen wichtig, sondern die Stellung, die der Mensch dazu einnimmt. Der Ingenieur kann alles auf den Hersteller abwälzen, kann auf „objektive Ursachen“ hinweisen, kann zu seiner „Rechtfertigung“ fremde, noch größere Fehlgriffe anführen. Viktor aber reagierte so: „Es muß alles geändert werden. Ich werde mich bemühen, alles termingerecht zu schaffen.“

Drei Tage und drei Nächte verließ er nicht das Konstruktionsbüro. Die Arbeit wurde rechtzeitig fertig. Viktor hatte vielleicht das erstmal verstanden, was Verantwortung heißt.

„Die besten Ingenieure gehen aus den Meistern hervor, aus den Facharbeitern, die die Maschine mit ihren Händen studiert haben“, meinte Georgi Alexandrowitsch.

Und ich konnte meine Blicke nicht von seinen großen schweren Händen wenden. Ich wußte: Im Betrieb gab es keine Drehmaschine, keine andere Werkzeugmaschine,

die dieser sehr ruhige und sehr kluge Mensch nicht selbst hätte bedienen können, auf der er nicht selbst hätte komplizierte Teile anfertigen können.

Und er sagte außerdem: „Wenn ein junger Ingenieur nur deshalb die Arbeit im Verwaltungsapparat vorzieht, weil man ihm dort etwas mehr Gehalt zahlt, so unterschreibe ich sein Entlassungsgesuch ohne Bedauern. Sie dürfen nicht denken, ich sei ein Idealist, der das Geld verachtet und der Ansicht ist, daß man vom Enthusiasmus allein leben kann. Durchaus nicht! Die Praxis zeigt aber, daß ein tüchtiger Mensch immer seinen gerechten Lohn erhält — früher oder später. Verstehen Sie, ein tüchtiger Mensch! Derjenige jedoch, der das Geld höher schätzt als seine Arbeit, höher als das Getümmel in der Produktion, wird niemals ein guter Ingenieur werden, mag er auch sonst kein schlechter Kerl sein. Das ist übrigens meine persönliche Meinung. Wissen Sie, es gibt den Begriff des Ingenieurs im Sinne der Anstellung, es gibt den Begriff des Ingenieurs als Bezeichnung für einen Menschen mit einem Ingenieurdiplom. Es gibt aber auch den, ich möchte sagen ursprünglichen Begriff, mit dem ein Mensch gemeint ist, der etwas erfinden kann. Dieser Begriff steht bei mir an erster Stelle!“

Als ich Georgi Alexandrowitsch verließ und noch einmal einen Blick auf das Betriebsgelände warf, das dicht mit neuen Autos — hellblauen, dunkelroten, elfenbeinfarbenen, dunkelblauen und schwarzen — vollgestellt war, dachte ich bei mir: Alle uns zur Gewohnheit gewordenen Wunder auf Rädern nehmen lange vor dem Zeitpunkt, wo der schwere Stempel einer Presse ein Stück Stahlblech zu einem Teil einer künftigen Maschine formt, ihren Anfang. Die Wunder beginnen dort, wo ein Mensch — noch sehr jung und sehr unerfahren — seinen Weg im

Leben wählt. Denn schließlich hängen die technischen Möglichkeiten und die Leistungen einer neuen Maschine, ihre Perspektive und ihr Nutzen für die Gesellschaft in erster Linie davon ab, wer die Maschine geschaffen hat, mit welchen Vorstellungen und mit welchen Kenntnissen und Fähigkeiten, mit welchen Lebenserfahrungen und mit welcher Einstellung zum Leben der Mensch sich daran gemacht hat, seine Vorgänger zu überflügeln.

Und über noch etwas dachte ich nach, als ich mitten in dem ausgedehnten Betriebsgelände stand: Es gab eine Zeit, als die Technik durch geniale Einzelgänger – Edison, Nartow, Tscherepanow, Watt, Goodyear, Popow, Polsunow, Jablotschkow – vorangetrieben wurde. Heute ist die Welt der Technik zu kompliziert und zu vielfältig geworden, als daß sie noch von einem einzigen Menschen überblickt werden könnte. Und das bedeutet, daß auch der genialste Ingenieur lernen muß, mit anderen Menschen zu leben und zu arbeiten.

## Sehr kurzes Wörterbuch technischer Begriffe

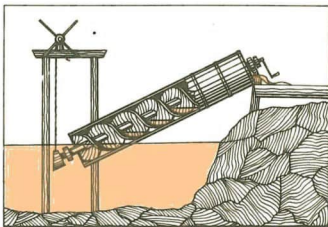
### Amphibienfahrzeug

Transport- oder Kampffahrzeug, das sich auf dem Festland und im Wasser fortbewegen kann.

Das Amphibienflugzeug, meist ein Flugboot, ist auch mit einem Fahrgestell ausgerüstet. Es kann dabei sowohl auf dem Wasser als auch auf dem Festland starten und landen.

### Archimedische Schraube

Wasserhebemaschine. Sie besteht aus einem geneigten, mit einem Ende ins Wasser getauchten Rohr, in dem eine Schraube befestigt ist. Wird diese praktisch endlose Schraube in Bewegung gesetzt, so „schraubt“ sie das Wasser nach oben.



### Automat

Eine Maschine, in der mehrere aufeinanderfolgende Arbeitsgänge selbsttätig ablaufen. Der Arbeiter setzt den Automaten nur in Gang und kontrolliert ihn.

Automaten werden in den unterschiedlichsten Zweigen der Volkswirtschaft einge-

setzt, zum Beispiel in der Kraftfahrzeug-industrie, in der Textil- und Lebensmittel-industrie, in der Energieerzeugung und im Transportwesen.

### **Bremse**

Mechanismus zur Verlangsamung oder zum Anhalten von Maschinenteilen oder der ganzen Maschine. Die Wirkung einer Bremse beruht auf der Umwandlung von Bewegungsenergie in Wärmeenergie durch Reibung zwischen rotierenden und unbeweglichen Teilen der Bremsanlage.

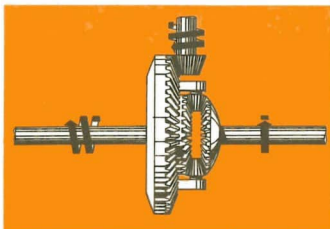
### **Bronze**

Sammelbezeichnung für kupferreiche Legierungen. Man unterscheidet Kupfer-Zinn-Legierungen und solche mit Zusätzen von anderen Metallen.



### **Buchse**

Beiderseits offener Hohlzylinder geringer Länge. Die Lagerbuchse besteht aus Legierungen von Nichteisenmetallen, Platten oder Gußeisen und nimmt Achsen, Wellen oder Zapfen auf. Die Bohrbuchse besteht aus Stahl und dient bei der Metallbearbeitung zur Führung von Bohrern.



### **Differentialgetriebe**

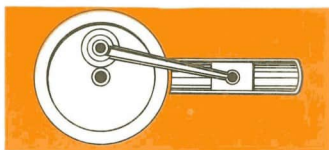
Mechanismus des Kraftwagens und des Traktors, der das Drehmoment auf die Antriebsräder überträgt und die Bewegung der Räder mit unterschiedlicher Drehzahl sichert (Bild links, unten).

### **Düse**

Bauteil, in dem die Strömung beschleunigt, das heißt Druck- in Geschwindigkeitsenergie umgesetzt wird.

### **Exzenter**

Eine Scheibe, die auf einer Welle so befestigt ist, daß Wellen- und Scheibenachse nicht zusammenfallen; auf einer Welle befestigt, verwandelt der Exzenter eine Drehbewegung in eine Hinundherbewegung.



### **Feder**

Maschinenelement, das sich bei Kräfteinwirkung elastisch verformt und bei Entlastung in die ursprüngliche Form zurückkehrt. Die Feder wird verwendet als Energiespeicher (im Uhrwerk), als Stoßdämpfer (bei Fahrzeugen), als Schwingungsdämpfer (bei Maschinenfundamenten), zur Kraftbegrenzung (bei Sicherheitsventilen) und zur Kraftmessung (Federwaage).

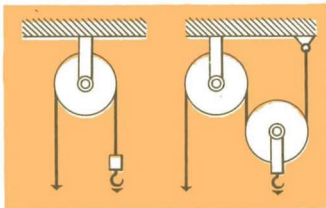
### **Flansch**

Verbindungsstück von Rohrleitungen, Armaturen, Wellen und so weiter, bestehend aus einer Scheibe mit Löchern für die Schrauben (siehe Bild auf Seite 152, links oben).



### Flaschenzug

Mechanismus zum Heben oder Senken von Lasten. Es gibt mechanische und mit der Hand bedienbare Flaschenzüge. Letztere werden oft als Katzen bezeichnet.



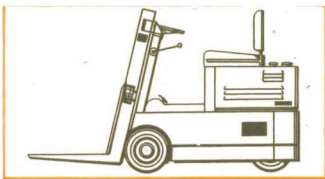
### Flügelmutter

Mutter mit zwei Flügeln, die das Anziehen und Lösen der Mutter von Hand erleichtern.



### Gabelstapler

Maschine, die im innerbetrieblichen Transportverkehr zum Verladen, Entladen, Fördern und Stapeln von Stückgütern, Behältern und Paletten dient. Der Antrieb erfolgt in der Regel durch einen Elektromotor. (Bild rechts oben.)



### Gelenk

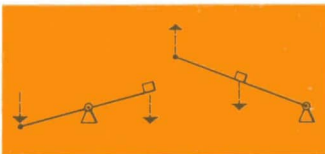
Teil von Mechanismen und Baukonstruktionen, das Hin- und Herbewegungen oder Drehbewegungen einzelner Elemente gegeneinander gestattet.

### Getriebe

Mechanismus zur Änderung des Übersetzungsverhältnisses zwischen Antriebsglied und angetriebenem Glied (gewöhnlich Wellen).

### Hebel

Starrer Körper, meistens ein Stab, der um eine unbewegliche Drehachse drehbar gelagert ist. Liegt die Drehachse zwischen den Angriffspunkten der Kraft beziehungsweise der Last, so ist das ein zweiseitiger Hebel. Wenn dagegen die Angriffspunkte der Kraft beziehungsweise der Last auf derselben Seite liegen, so handelt es sich um einen einseitigen Hebel.



### Hydraulische Maschinen

Maschinen, in denen die Kraftübertragung durch eine Flüssigkeit erfolgt. Die hydraulischen Maschinen gliedern sich in vier

Hauptklassen: 1. Pumpen, 2. hydraulische Motoren (Hydromotoren), 3. hydraulische Getriebe, 4. hydraulische Antriebe.

**Pumpen** – Maschine zur Förderung von Flüssigkeiten und Dickstoffen.

**Hydromotoren** – Maschinen, die mechanische Energie einer Flüssigkeit entnehmen: Wasserräder, Turbinen und so weiter.

**Hydraulische Getriebe** – Einrichtungen zum Übertragen und Umformen von Energie mit Hilfe eines flüssigen Arbeitsmediums (Öl, Wasser, Emulsion o. a.).

**Hydraulische Antriebe** – Einrichtungen, die einen festen Körper in einer Flüssigkeit in Bewegung versetzen: Schaufelräder, Schiffspropeller, wasserwerfende Anlagen.

### Kardangelen

Allseitig bewegliches Gelenk zur Kraftübertragung auf eine Welle, die mit der treibenden Welle einen Winkel bildet.



### Kette

Eine Einrichtung aus mehreren gleichen, beweglich miteinander verbundenen Teilen zur Aufnahme und Übertragung von Zugkräften.

### Knoten

Einheit für die Geschwindigkeit von Schiffen (Kurzzeichen: kn).  $1 \text{ kn} = 1 \text{ sm/h}$  (See-meile/Stunde) =  $1852 \text{ m/h}$  (Meter/Stunde).

### Kupplung

Bei Kraftfahrzeugen Vorrichtung zum Herstellen oder Trennen des Kraftflusses zwi-

schen Motor und Triebrädern; durch sie wird das Anfahren und das Schalten während der Fahrt ermöglicht und der Motor vor plötzlicher Überbelastung geschützt. – Bei der Eisenbahn ist die Kupplung eine Vorrichtung zum Verbinden von Fahrzeugen.

### Kurbelwelle

Mehrfach gekröpfte Welle (beispielsweise beim Kraftwagenmotor), die über die Pleuel die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens in eine Drehbewegung umformt oder umgekehrt.



### Lager

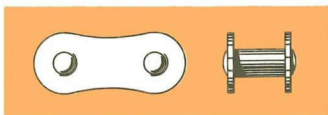
Maschinenelement zum Tragen und Führen von sich drehenden Wellen und Zapfen. Man unterscheidet Wälzlager und Gleitlager. Zu den Wälzlagern gehören die Rollenlager, die Kugellager, die Tonnenlager und die Nadellager unterschiedlicher Konstruktion und Einsatzbereiche. Die Gleitlager bestehen aus einer Buchse oder Lagerschale und einem Gehäuse.





### Lasche

Teil der Gelenkkette zur Verbindung der Kettenbolzen, zum Beispiel bei der Fahrradkette.

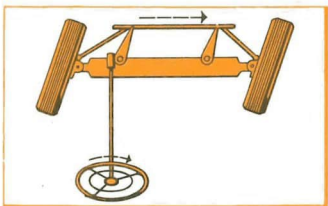


### Legierung

Aus mehreren Elementen bestehendes kompaktes Gemisch, das die Eigenschaft der Metalle besitzt. Sie besteht aus dem Grundmetall, nach dem sie benannt wird (zum Beispiel Kupferlegierung, Eisenlegierung), und den Zusätzen.

### Lenkung

System von Mechanismen an Kraftfahrzeugen zur Änderung der Fahrtrichtung.



### Maschine

Mechanische Vorrichtung zum Umformen von Energie oder Verrichten von Arbeit. Hauptteile einer Maschine sind Motor, Getriebe und Antriebsmechanismus.

### Mechanismus

Gesamtheit von beweglich miteinander verbundenen Gliedern, die eine vorgegebene Bewegung ausführen. Jeder Lage eines Gliedes entspricht eine bestimmte Lage der anderen Glieder.

### Motor

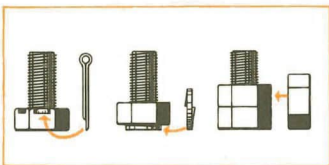
Maschine, die durch Energieumsetzung eine mechanische Antriebskraft erzeugt. Man unterscheidet im wesentlichen Verbrennungsmotoren und Elektromotoren.

### Mutter

Element zur Herstellung lösbarer Verbindungen, das auf das Gewinde einer Schraube oder eines Schraubenbolzens gedreht wird. Die Mutter dient also dem Anziehen von Schrauben; sie kann unterschiedliche Formen haben.

### Muttersicherung

Vorrichtung, die ein selbsttätiges Lösen von Muttern durch Stöße oder Erschütterungen verhindert. Die Muttersicherung kann ein Splint, ein Federring oder eine zweite Mutter (Kontermutter) sein. (Im Bild von links nach rechts.)



### Niet

Zylindrischer Bolzen zum Verbinden von Werkstücken.



### Nonius

Hilfsskala an Meßinstrumenten, mit der man Bruchteile der Einheiten der Hauptskala ablesen kann.

### Oktanzahl

Mit ihr wird die Klopfestigkeit von Kraftstoffen angegeben. Der Motor kann mit um so größerer Kompression ohne Selbstentzündung des Brennstoffs arbeiten, je höher die Oktanzahl ist.

### Perpetuum mobile

Eine gedachte, aber nicht konstruierbare Maschine, die, einmal in Gang gesetzt, unendlich lange Zeit Arbeit verrichten kann, ohne Energie von außen aufzunehmen. Die Unmöglichkeit der Realisierung eines Perpetuum mobile folgt aus dem Energieerhaltungssatz.

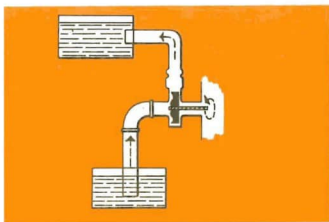
Schon im Jahre 1775 gab die französische Akademie die Anweisung heraus, daß künftig keine Projekte für ein Perpetuum mobile mehr zur Prüfung angenommen werden.

### Presse

In der Fertigungstechnik eine Maschine zum Umformen, Schneiden und Fügen von Materialien.

### Pumpe

Arbeitsmaschine zum Fördern von Flüssigkeiten, Gasen oder Dickstoffen. Nach der Art der Förderung unterscheidet man Verdränger-, Kreisel- und Strahlpumpen.



### Reibradgetriebe

Vorrichtung für die Übertragung einer Drehbewegung von einer Welle auf eine andere durch Reibung. Die Reibung entsteht zwischen zwei aneinandergedrückten Scheiben, den Reibradscheiben, die auf der Antriebswelle beziehungsweise auf der anzutreibenden Welle sitzen.



### Rohrleitung

Leitung dicht miteinander verbundener Rohre mit den dazugehörigen Armaturen für den Transport von Flüssigkeiten und Gasen.

### Rolle

Einfachste Vorrichtung für das Heben oder Senken von Lasten. Sie besteht aus einer Kreisscheibe, über die (in einer Rille) ein Seil, ein Riemen oder eine Kette läuft, an deren Enden die Last beziehungsweise die Kraft angreifen. Man unterscheidet lose und feste Rollen. Die feste Rolle gestattet eine Richtungsänderung der angreifenden Kraft und ermöglicht damit ein bequemes Arbeiten.

### Schraube

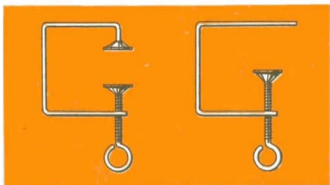
Element aus Stahl, Messing oder anderen Werkstoffen zum Herstellen lösbarer Verbindungen; sie besteht aus dem Schraubenkopf, der verschiedenartig geformt sein kann, und dem Schaft, der das Gewinde trägt. Grundsätzlich unterscheidet man

Schrauben zum Verbinden von Metallteilen und solche zum Eindrehen in Holz.



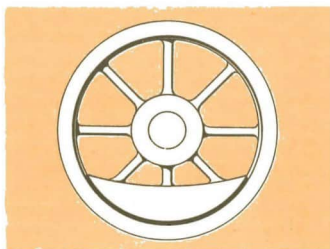
### Schraubzwinde

Ein schraubstockähnliches Werkzeug zum Zusammenpressen von Werkstücken, die verbunden oder bearbeitet werden sollen.



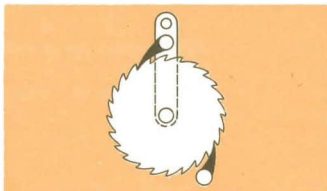
### Schwungrad

Rad mit schwerem Kranz, das auf der rotierenden Welle von Motoren angebracht wird, um einen gleichmäßigen Gang der Maschine zu bewirken. Bei Kolbenmotoren hilft es vor allem die Totlagen des Kurbelgetriebes zu überwinden.



### Sperrrad

Vorrichtung, die eine Drehung nur in einer Richtung gestattet. Das Sperrrad besteht aus einem Zahnrad und einer Sperrklinke. Das Sperrrad wird in Winden und anderen Mechanismen verwendet.



### Spindel

Welle mit eingeschnittenem Gewinde zur Umwandlung einer Drehbewegung in eine Längsbewegung.

### Stopfbüchse

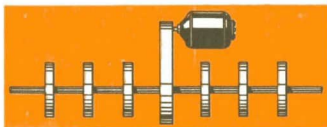
Vorrichtung zum Abdichten von Gehäusen gegenüber Flüssigkeiten, Gasen oder Dämpfen, innerem oder äußerem Überdruck, wo Stangen oder Wellen vom Gehäuse ins Freie führen.

### Terpentin

Fließt beim Verletzen der Rinde von Nadelhölzern als klebrige Masse aus. Durch Dampfdestillation wird Terpentinöl gewonnen. Der Destillationsrückstand ist Kolophonium.

### Transmission

Eine Anlage zur Kraftübertragung von einem Motor auf mehrere Maschinen



### Verbrennungskammer

Raum in einem Verbrennungsmotor zwischen Zylinderkopf und Kolbenboden im oberen Totpunkt.

### Verteilergetriebe

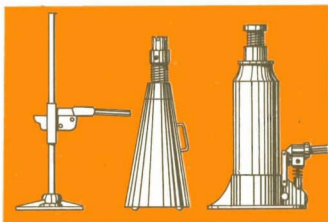
Zusätzliches Getriebe bei geländegängigen Kraftfahrzeugen, das eine Verteilung der Antriebskräfte auf mehrere Achsen ermöglicht.

### Welle

Maschinenbauteil, das Drehmomente überträgt.

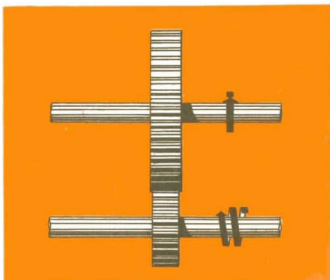
### Winde

Fördermittel zum senkrechten Heben oder Senken von Lasten oder zum horizontalen Verholen von Fahrzeugen (Eisenbahnwagen, Schiffe). Es gibt Zahnstangenwinden, Schraubenwinden, hydraulische und pneumatische Winden. Sie werden bei Bau-, Montage- und Reparaturarbeiten verwendet.



### Zahnrad

Maschinenelement zur Übertragung von Drehbewegungen von einer Welle auf eine andere mit dem Ziel, eine bestimmte Übersetzung zu erreichen.



# Inhalt

Drei „Kerben“ im Gedächtnis	6
Eine wesentliche Abschweifung	9
Was ich einem alten Wörterbuch entnahm	11
Aus der Biographie einer sehr nützlichen Maschine	14
Für alle, die ich bisher nicht überzeugen konnte	17
<i>Zum Überlegen und Lösen (1. bis 15.)</i>	19
<i>Kleine Ratschläge</i>	21
<i>Kalenderblätter</i>	24
<i>Fragen ohne Antworten</i>	26
Über deutlich Sichtbares und über Dinge, die bisweilen der Aufmerksamkeit entgehen	30
Eine Sprache, die man unbedingt beherrschen muß	33
Einige gütige Worte über einen sehr alten Lehrer	41
<i>Zum Überlegen und Lösen (16. bis 25.)</i>	43
<i>Kleine Ratschläge</i>	46
<i>Kalenderblätter</i>	49
<i>Fragen ohne Antworten</i>	50
Zwei Begegnungen, die ich nicht vergessen kann	54
Wie aber sieht es im täglichen Leben aus?	57
<i>Zum Überlegen und Lösen (26. bis 43.)</i>	63
<i>Kleine Ratschläge</i>	66
<i>Kalenderblätter</i>	68
<i>Fragen ohne Antworten</i>	70
Über den Charakter des Ingenieurs und einige seiner Besonderheiten	74
<i>Zum Überlegen und Lösen (44. bis 50.)</i>	84
<i>Kleine Ratschläge</i>	85
<i>Kalenderblätter</i>	87
<i>Fragen ohne Antworten</i>	89



Die Geschichte von Charles Goodyear	92
Wie kann man sich überprüfen, wie kann man Fehlentscheidungen vermeiden?	95
Der Junge mit dem großen roten Album	98
<i>Zum Überlegen und Lösen (Antworten, 1. bis 20.)</i>	102
<i>Kleine Ratschläge</i>	105
<i>Kalenderblätter</i>	108
<i>Fragen ohne Antworten</i>	109
 Über das Zeitgefühl, die Fähigkeit der Vorausschau und die Kampfbereitschaft	112
<i>Zum Überlegen und Lösen (Antworten, 21. bis 36.)</i>	115
<i>Kleine Ratschläge</i>	117
<i>Kalenderblätter</i>	119
<i>Fragen ohne Antworten</i>	120
 Seine Sache verstehen, überall, immer, allein und mit anderen Menschen	124
Es gibt unterschiedliche Ingenieure	126
Ein Denkmal für die Sholinskis	129
Der letzte Mohikaner	131
Wenn gearbeitet wird, stellen sich auch Erfolge ein	134
<i>Zum Überlegen und Lösen (Antworten, 37. bis 50.)</i>	137
<i>Kleine Ratschläge</i>	140
<i>Kalenderblätter</i>	142
<i>Fragen ohne Antworten</i>	144
 Wenn Ingenieure zusammen sind	145
Sehr kurzes Wörterbuch technischer Begriffe	150

Aus dem Russischen übersetzt von Dr. Hans Neumann

Titel der Originalausgabe: Чудеса на колесах

Einband und Sachdarstellungen von Horst Schleef

Zwischentitel von Dieter Heidenreich



2. Auflage 1985

© DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN –  
DDR 1979

© Verlag „Detskaja literatura“, Moskau 1970  
Lizenz-Nr. 304-270/390/85-(25)

Typografie: Hildur Bernitz

Gesamtherstellung: INTERDRUCK

Graphischer Großbetrieb Leipzig,

Betrieb der ausgezeichneten Qualitätsarbeit,  
III/18/97

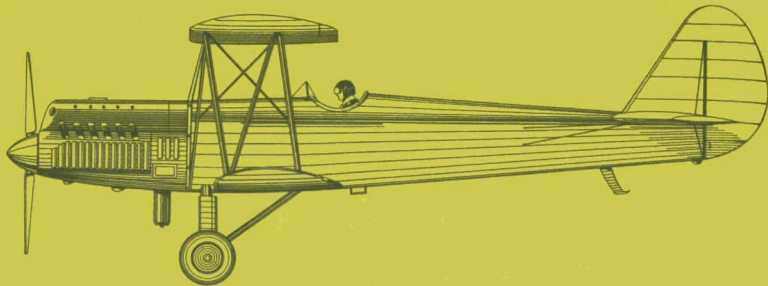
LSV 7825

Für Leser von 12 Jahren an

Bestell-Nr. 629 868 2

01080



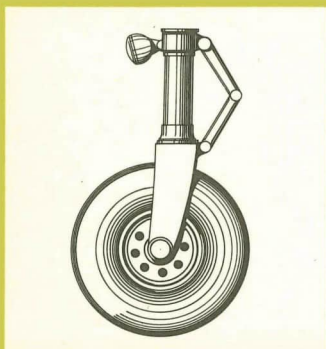


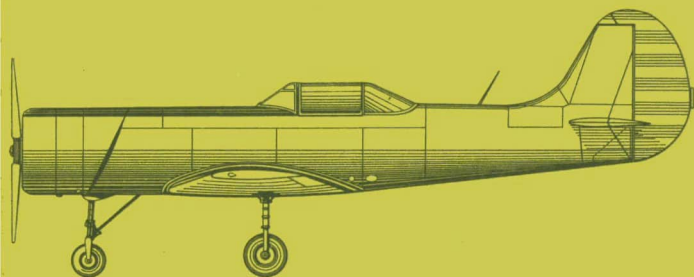
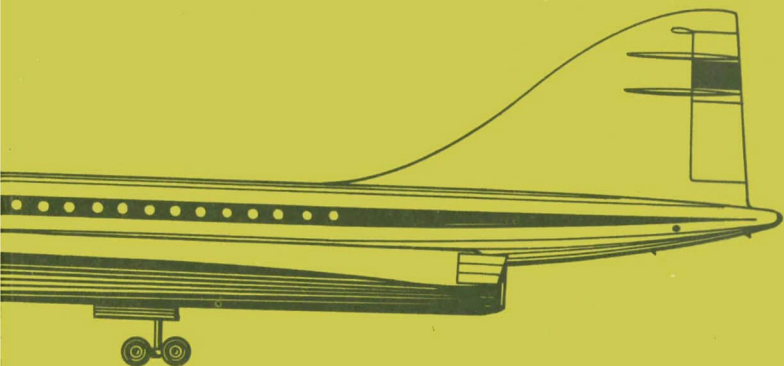
## Polikarpow R5

(umgebauter Typ)



## Tu 144





**Jak 18**



ab 12 J.



Der Autor und ehemalige Flieger Anatoli Markuscha vermittelt in diesem ungewöhnlichen wie interessanten Buch jungen Menschen Kenntnisse und Gedanken über die vielfältigen Aufgaben und unabdingbaren Charaktereigenschaften des Ingenieurs, des Mechanikers, des Technikers schlechthin. Er weiß von Begegnungen mit

bekannten sowjetischen Flugzeugkonstrukteuren, von eigenen Erlebnissen und den Lebensschicksalen von Menschen, die – berühmt oder namenlos – der Technik vorangeholten haben, lebendig zu erzählen.



DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN