



**DIE VERWANDELTE SONNE**



Aus der Geschichte der Atomphysik  
*6. und 5. Jahrhundert v. u. Z.*

Heraklit lehrt:

„Nichts ist beständiger als der  
Wechsel“ und „Alles fließt“.

Demokrit wird zum Schöpfer  
des Atombegriffs.

Er kommt zu dem Schluß:

Alle Stoffe sind aus winzig  
kleinen, nicht weiter teilbaren  
Teilchen, den Atomen, aufgebaut.

Diese materialistischen  
Erkenntnisse

werden im Verlauf der Entwicklung  
von den Vertretern der  
idealistischen Weltanschauungen,  
besonders von der  
christlichen Kirche,  
abgelehnt und heftig bekämpft.



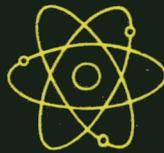
*17. Jahrhundert*

Mit dem aufstrebenden Bürgertum  
beginnen sich die Natur-  
wissenschaften zu entfalten.

Johannes Kepler, Galileo Galilei  
und Isaac Newton ergründen

die Gesetze der Planetenbewegung.

Robert Boyle und Edme Mariotte  
bestätigen durch die Entdeckung  
der Gasgesetze die Lehre  
vom atomaren Aufbau der Materie.



*1808*

John Dalton begründet  
die chemische Atomtheorie.



*1811*

Amadeo Avogadro  
führt den Molekülbegriff  
in die moderne Atomphysik  
ein.



*1865*

Josef Loschmidt berechnet  
die nach ihm benannte Zahl  
(Anzahl der Moleküle pro Mol).



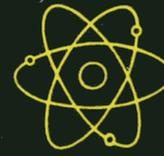
*1869*

Lothar Meyer  
und Dmitri Iwanowitsch Mendelejew  
stellen unabhängig voneinander  
das Periodische System  
der Elemente auf.

Beide ordneten  
die Elemente nach der Größe  
ihrer Atomgewichte und nach der  
periodischen Wiederkehr  
ihrer Eigenschaften.

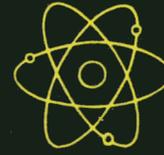
Eigenschaften  
noch unbekannter Elemente  
konnten später  
auf dieser Grundlage  
vorausgesagt werden.

Wilhelm Hittorf entdeckt  
bei der Untersuchung  
elektrischer Gasentladungen  
die magnetisch ablenkbaren  
Kathodenstrahlen.



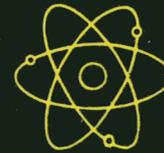
*1895*

Wilhelm Conrad Röntgen entdeckt  
die später nach ihm benannte  
durchdringende Strahlung.



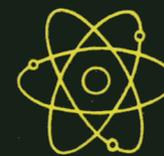
*1896*

Henri Becquerel entdeckt die  
Radioaktivität eines Uransalzes.



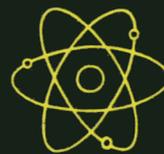
*1897/98*

J. J. Thomson, Wilhelm Wien  
und Philipp Lenard beweisen,  
daß Kathodenstrahlen Teilchen  
sind; das Elektron ist entdeckt.



*1898*

Marie und Pierre Curie entdecken  
das Polonium und das Radium.



*1900*

Max Planck legt mit seiner Theorie  
der Energieverteilung des schwarzen  
Strahlers die theoretische Grund-  
lage für die moderne Atomtheorie.



1903  
Ernest Rutherford  
und Frederick Soddy erkennen,  
daß Atome nicht unteilbar sind:  
Radioaktive Atome zerfallen  
von selbst.  
Rutherford entwickelt  
das erste brauchbare Atommodell.



1905  
Albert Einstein entdeckt,  
daß sich Masse ( $m$ ) in Energie ( $E$ )  
umwandeln kann und umgekehrt:  
 $E = mc^2$ ;  
 $c$  = Lichtgeschwindigkeit im Vakuum  
(300 000 km/s).



1910  
Frederick Soddy  
führt den Begriff „Isotop“ ein.



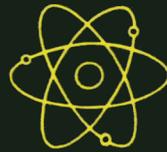
1912  
Charles Wilson  
macht in einer Nebelkammer  
die Spuren von Alphastrahlen  
sichtbar.  
Viktor Heß  
entdeckt die Höhenstrahlung.



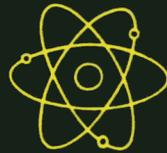
1913  
Niels Bohr verbessert  
das Rutherfordsche Atommodell.  
Das Bohrsche Atommodell  
bildet lange Zeit  
die Grundlage aller Vorstellungen  
über die Atome.  
Frederick Soddy  
entdeckt  
die Gesetze des  
 $\alpha$ - und  $\beta$ -Zerfalls.



1914  
Rutherford entdeckt das Proton,  
ein positiv geladenes  
Elementarteilchen,  
Baustein aller Atomkerne.



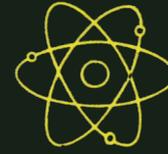
1919  
Rutherford gelingt  
die künstliche Kernumwandlung.  
Beim Beschuß  
von Stickstoff  
mit Alphateilchen entstehen  
Sauerstoff und Wasserstoff.



1925  
Wolfgang Pauli gelingt es,  
das Bohrsche Atommodell  
theoretisch zu begründen.



1928  
Hans Geiger  
und Erwin Müller  
entwickeln ein Zählrohr  
für ionisierende Teilchen.



1932  
J. Cockcroft und E. T. Walton  
wandeln künstlich Atomkerne  
mit Hilfe  
elektrisch beschleunigter Protonen  
ineinander um.  
Ernest Lawrence  
baut das erste Zyklotron,  
einen Teilchenbeschleuniger.  
James Chadwick  
entdeckt das Neutron,  
ein ungeladenes Elementarteilchen,  
Baustein von Atomkernen.  
Werner Heisenberg entwickelt  
die Theorie vom Aufbau  
des Atomkerns  
aus Protonen und Neutronen.



1934  
Irène Curie  
und Frédéric Joliot-Curie  
erzeugen erstmals  
künstliche Radioaktivität.  
Enrico Fermi  
verwendet Neutronen als Geschosse  
für Kernumwandlungen.



## Die verwandelte Sonne

-

/

Wie ist es möglich  
Atome, die man  
nicht sehen kann  
in noch kleinere  
Teile zu spalten

Michael Yffert  
12 Jahre  
K. Liebsnecht - Schu  
Schänkebeck 15

Kann man mit  
Atomstrahlen  
auch die Mücken-  
plage beseitigen?

D. Adam  
11 Jahre



Müssen die Arbeiter, die radioaktive Stoffe herstellen  
dicke Bleianzüge tragen?

Roger Korkleleky POS Wigtstedt 13 Jahre

Von radioaktiven Stoffen  
gehen doch gefähr-  
liche Strahlen aus.  
Wie kann man denn  
Menschen damit  
heilen?

Roger Korkleleky

Wie leitet man  
ein Atomkraftwerk?

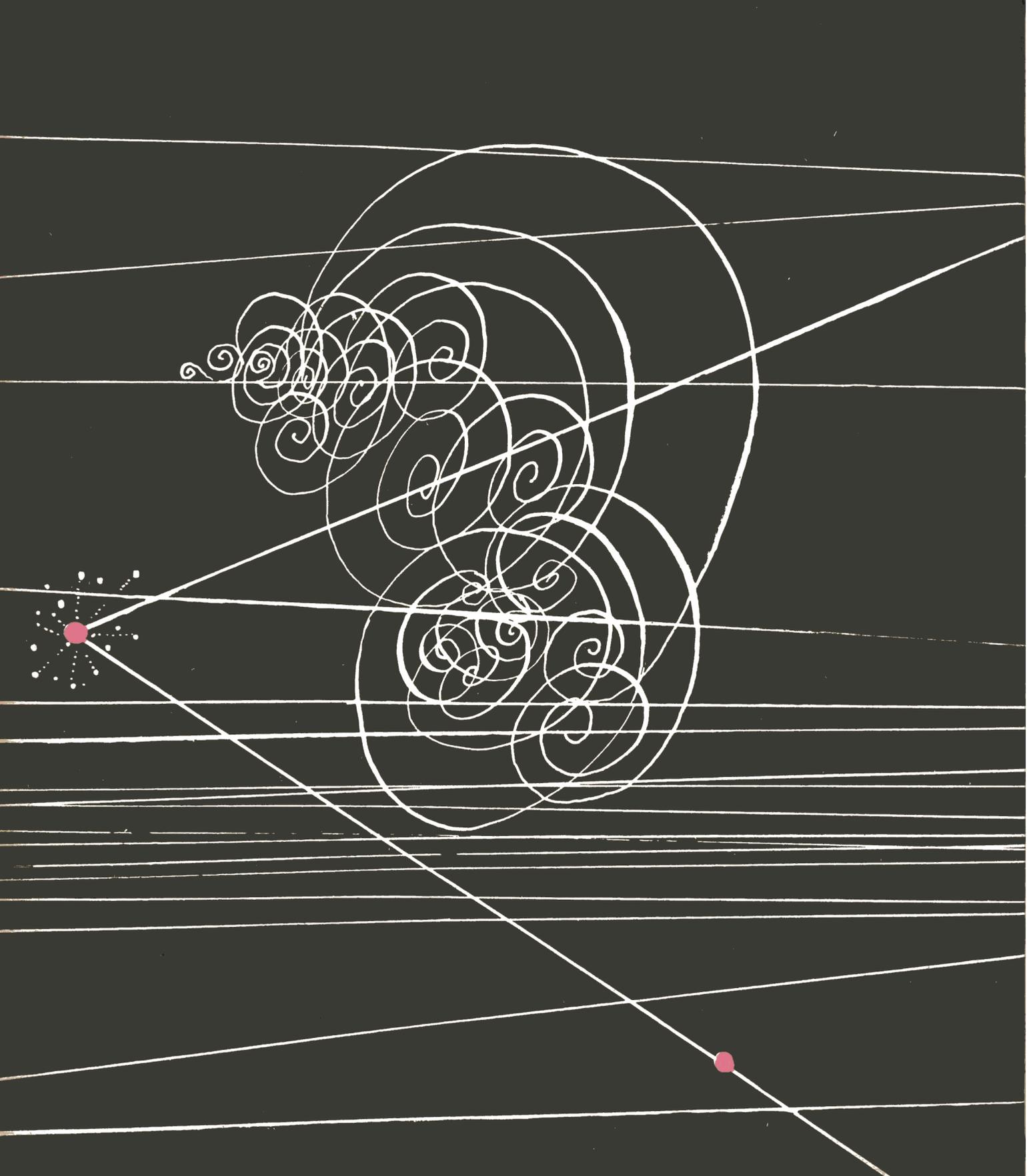
Peer Müller

11 Jahre

14. Oberschule

Diese Fragen stellten Schüler polytechnischer  
Oberschulen der DDR.

Das Buch „Die verwandelte Sonne“ will helfen,  
Antwort zu geben. Es möchte anregen, den Ge-  
heimnissen und Merkwürdigkeiten der Atome  
nachzuspüren.



# DIE VERWANDELTE SONNE



Verlag Junge Welt  
Berlin 1972



Illustrationen: Miroslaw Pokora  
Zeichnungen des Atomlexikons: Otto Sperling

Der Verlag Junge Welt dankt  
Herrn Dr. Peter Wenzel, Herrn Heinz Rudolph,  
Herrn Oberlehrer Willi Wörstenfeld,  
und Herrn Dr. Lothar Till  
für die fachliche Beratung und Unterstützung  
bei der Arbeit am Manuskript.

Copyright 1972 by Verlag Junge Welt Berlin  
Printed in the German Democratic Republic



1. Auflage 1972  
Redaktionsschluß: 20. Mai 1971  
Druckgenehmigungsnummer: 7 15/15/72  
Lichtsatz, Reproduktion, Druck und buchbinderische  
Verarbeitung:  
Grafischer Großbetrieb „Völkerfreundschaft“  
Dresden  
Gestaltung: Hubert Lehmann  
Redakteure: Karin Kögel, Joachim Rotsch  
Bestellnummer: 683 1045  
11,50



# Buffke ist nicht von gestern

Horst Bastian



Er ging nicht krumm; er war nur sehr breit in den Schultern, sehr stark im Nacken, und dieser Stiernacken drängte den kantigen Kopf immer etwas nach vorn. Die grauen Augen hätten gutmütig und schön wirken können, wäre über ihnen nicht dieser schwarze Buschwald der Brauen gewesen. Der gab dem ganzen Gesicht etwas Bedrohliches, verfinsterte es. Sprach der Mann, so klangen seine Worte hart. Wie geschmiedet waren sie, Stückgut, 'sozusagen Handarbeit: zielten sie nach einem, man duckte sich ungewollt. Das Kopfhair war grau, sehr voll und sehr grau. Buffke war sechzig Jahre alt. Dorfschmied.

Er kehrte zurück in sein Dorf—in diesem Augenblick. Vor sechs Monaten hatte ihn der Krankenwagen hier abgeholt und in die Kreisstadt gebracht.

Und nun die Heimkehr. Nein, sie fiel nicht triumphal aus, er wurde nicht gefeiert wie ein Sieger; nur ein Hahn lief streitlustig hinter Buffke her. Doch als der für wenige Schritte kehrte, machte, das Vieh mehr mit den klobigen Händen als mit den Augen fixierte, wurde dem Hahn bald der Kamm lasch, und er suchte das Weite in einem Dickicht aus Brennesseln.

Nur gut, daß heute ein Wochentag war. Die Leute hatten auf den Feldern zu tun. Buffkes Anblick hätte ihnen nur die Laune verdorben. Aber es war seine Schuld. Seit einiger Zeit wußte er:



Alles war seine Schuld. Und er wußte auch: Das würde sich ändern. Er wollte nicht mehr der Böse sein. Weil Liebhaben schöner war. Liebhaben – Quatsch! Das war auch so ein Wort, so ein weiches, das immer danebentraf. Er wollte mit Kraft und mit Freude weiterhin auf der Erde sein. Und mit den anderen leben. Er hatte es seinem Doktor versprochen, diesem brillentragenden Stift. Diesem schwächtigen Jungchen, Herrgott noch mal, diesem Teufelskerl! Zum Schmied hätte der nicht getaugt, als Atommensch aber war er nicht totzukriegen. Tja-ja-ja, Buffke wußte inzwischen Bescheid. Die ganz große Kraft lag im ganz Kleinen, die lag im Atom. Buffke grinste. Bisher wußte er nur von der Bombe. Doch Strahlen bedeuteten Leben, in erster Linie – nicht Tod! Buffke hatte es an sich erfahren.

Jetzt stand er vor seinem Haus. Er lebte allein hier – die Frau war ihm vor Jahren gestorben –, und so waren die Fensterscheiben nun schmutzig und stumpf. Neben dem Haus befand sich die Schmiede, gleich angebaut, ohne Feuerlücke dazwischen. Ein großes Holztor, und in diesem Tor eine kleine Tür. Der Mann schloß sie auf; es zog ihn zuerst in die Schmiede. Dort war es einigermaßen kühl. Der Amboß trug eine dicke Staubschicht, wie Flaum sah sie aus. Auf der kalten Feuerstelle der Esse lag eine Zange; er hatte damals vergessen, sie zurück an ihren Platz zu tun. Überhaupt lagen die verschiedensten Dinge an Stellen, wo sie nicht hingehörten. Wohin er auch blickte, alles verriet, er hatte mitten in der Arbeit aufgehört, damals. Umgekippt war er, aus, alle. Ende der Vorstellung auf dieser Welt. Weiß der Teufel, wer ihn später gefunden hatte. Lediglich an den Krankenwagen erinnerte er sich. Ein paar Leute standen herum; statt zu arbeiten, hielten sie am helllichten Tage Maulaffen feil.

Buffke brauchte nicht hinzusehen, konnte den Bewußtlosen spielen: an den Stimmen erkannte er sie.

Krause, der Traktoristenlummel, gab sich als Wortführer Nummer eins. Er sagte zum Krankenfahrer: „Besser, ihr schnallt den Alten fest. Der

haut euch sonst das Auto in Klump – als Halbtoter noch! Der mag die moderne Technik wie der Stier das rote Tuch.“

Klar, daß die anderen lachten. Es fehlte nicht viel, und Buffke hätte sich einen Dreck aus seiner Krankheit gemacht und diese Wichte zu Brei gekloppt. Mit der bloßen Faust, daß kein Bart mehr gewachsen wär’.

Sein Nachbar öffte böse: „Ha ha!“ Und er sagte, die Lacher sollten erst einmal leisten, was der Schmied geleistet hatte! „Jeder auf seinem Gebiet. Und wenn ihr Ingenieure sein würdet, so’n Fachmann wie Buffke wärt ihr noch lange nicht.“

Und nun stand er wieder in der Schmiede, und er fühlte sich mächtig am Leben.

Und er hatte einen Freund, einen studierten. Er hatte wieder, endlich wieder, einen Freund. Ein jungscher Knülch noch, schon wahr, dafür aber aus der Wissenschaft. Den wollte Buffke sehen, der im Umkreis von fünfzig Meilen so einen Freund hatte. Und zu Besuch würde der Doktor kommen, im nächsten Sommer. Sie hatten sich das in die Hand versprochen. Na, das Dorf würde staunen.

Trotzdem, bis zum nächsten Sommer war es weit. Bis dahin hieß es auskommen ohne den Freund. Auskommen mit den Leuten im Dorf – besser als jemals zuvor. Buffke ging zum Amboß zurück, wischte ihn mit der Handkante ab und setzte sich. Eine Zeitlang blies er halb pfeifend die Luft aus, ein um das andere Mal. So ist das also, mochte das heißen, so ist das also. Also so . . . Aber es war nichts Bitteres mehr dabei, es ging um eine abgeschlossene Sache.

Vierzig gelebte Jahre, wegstreichen ließ sich das nicht; was hatte er hier geschwitzt und gegrübelt, sich die Pfoten verbrannt, die Finger gequetscht – doch am Abend immer einige fertige Stücke. Handarbeit, Wertarbeit. Stücke, die kein Ochse zerbrach. Man konnte hingucken, immer wieder, man hatte die reinste Freude daran. Jeden Abend fertige Stücke. Deiwel noch mal, wozu man als Mensch in der Lage war! Ein Tag wie der andere,

nützlich ist man gewesen, hat Brauchbares zustande gebracht, rund um die Uhr. Man hatte gerackert wie ein Beseßner, hatte auf den Amboß gestarrt, auf die stiebenden Funken, ohne großes Philosophieren über die Welt drumherum.

Plötzlich hatte man aufgeblickt, es hatte einen etwas gestört, so'n höhnisches Gelächter, Geschepper beinah. Da war es zu spät gewesen, da standen längst alle und grinsten: „Schmied, mach bloß deine Bude dicht! Schick sie in die Steinzeit nach Haus. Du Faustkeilerfinder! Moderne Technik sieht anders aus...“

Gut also, die Schmiede war ein Museum. Er würde keinen mehr hereinlassen hier. Nur den Doktor, seinen Freund. Weil der nicht abfällig grinsen würde. Dem war bekannt, daß von nichts nun einmal nichts kam. Wäre das Rad nicht erfunden worden, es gäbe heute das Auto nicht. Mit dem Faustkeil war es kaum anders. Der mußte erst mal ertüfelt werden, bevor man auf Preßluftschlämmer und was weiß ich was alles kam.

„Lieber Herr Buffke“, jawoll, so hatte der Doktor gesagt, „auch was heute veraltet ist, hat einmal Pioniergeist erfordert. Und es würde mich wundern, wenn Sie nicht Ihre Finger mit im Spiel gehabt haben sollten, irgendwann. Na also – muß ich da wirklich noch lange erklären, daß Sie durch Ihr Leben, durch Ihre Arbeit Verdienste auch am Modernsten haben – selbst an der Kernphysik...?“

Ja, wenn man es so sah... Obwohl, der Doktor war ein ausgewichster Bengel, der sagte einem glattweg Schmeicheleien, daß es einem runterging wie Öl – bloß, um einen gesund zu machen. Aber kommen würde er, im nächsten Sommer. Buffke würde Feuer in der Esse machen und ein Hufeisen passend schmieden. Mit allem Können, grad so, als legte er nochmals seine Meisterprüfung ab. Er sah den Doktor schon lachen: „Alles, was recht ist, gelernt bleibt gelernt!“ Anschließend würden sie ein wenig fachsimpeln – über die Atomwissenschaft. Über die zu fried-



lichen Zwecken. Und dabei vor allem über die Strahlenanwendung im Bereich der Medizin. Radiologie war der Name dafür, medizinische Radiologie.

Radiochirurgie gab's sogar, eine gekoppelte Sache. Zwei Fliegen mit einem..., nein, doch nicht, eher zwei Streiche nach einer Fliege. Zuerst das Messer, danach die künstlichen, radioaktiven Nuklide. Die fraßen die kranken Reste noch weg. Man konnte sie spritzen oder – in winzige Nadeln verfrachtet, Gold- oder Platinhülle – wie Setzlinge in das Gewebe stecken. Das hatten die Ärzte mit Buffke gemacht. Tadellose Arbeit, er konnte sich nicht beklagen.

Und gelernt hatte er, ein halber Physiker war er geworden, da konnte er es jetzt mit manchem Oberschüler aufnehmen. Zum Beispiel: Atom war aus dem Griechischen abgeleitet von a tomos. Übersetzt bedeutete es: das Unteilbare. Schöner Irrtum – weil es nämlich teilbar war. Oder: Was sind Protonen, was Neutronen, was Elektronen? Welche sind die positiv und welche die negativ geladenen Teilchen? Wann ist ein Atom instabil, beginnt es also zu strahlen? Was ist gemeint mit Halbwertszeit bei radioaktiven Nukliden? Und beileibe nicht nur diese Fragen konnte er beantworten. Schließlich war er keiner von gestern, sondern ein moderner Mensch, stand mit dem Atomzeitalter sozusagen auf du und du. Er hatte was

zu erzählen, war ohne weiteres in der Lage, sich unter die Linde auf dem Dorfplatz zu setzen und allen Einwohnern zu erläutern, was die Zukunft bringen würde mit ihrem Giganten Atom.

Der Schmied schüttelte seinen Kopf. ‚Buffke, du bist ein Spinner‘, sagte er sich, ‚baust Märchenschlösser. Verspotten würden sie dich. Sie kennen dich als eingefleischten Miesmacher, als einen, der alle moderne Technik am liebsten zu Quark zerkaugen würde. Wie kannst du beweisen, daß du heute ganz anders denkst ...?‘

Er saß noch immer auf dem Amboß, in dem neuen, blauen Anzug, den er sich am Morgen in Berlin gekauft hatte. Stille war um ihn. Kühle und Stille. Nicht mal eine Fliege summte. Es fehlte nur ein Eintrittsbillet zwischen seinen Fingern, und es hätte ihn überzeugt, daß er hier im Museum war. Werkzeuge aus der Frühzeit, schau einer an. Alles von Hand betrieben: der Schleifstein und selbst das Gebläse, die Bohrmaschine. Ein ausgeleierter Schraubstock, an den Preßbacken braune, häßliche Flecken: Wer ruht, der rostet, na ja.

Doch Buffke hörte Getöse und Prasseln, hörte Hengste und Stuten wiehern, vergangenes Leben pulsierte in seinem kantigen Kopf. Rechts vom Eingang, in der gepflasterten Ecke dort, wurden die Pferde beschlagen.

Was für ein höllisch-himmlicher Gestank, wenn die heißen Eisen das Horn der Hufe versengten. Zischend stiegen Qualmwolken auf, kein Duft von Paris, dafür gesünder, kräftiger und voller Leben. Hochbetrieb war im Frühjahr, und Hochbetrieb war bei Wintereinbruch. Damit die Gäule bei Schnee und Glatteis nicht rutschten, sich nicht die Beine brachen und somit zu Freibankfleisch wurden, kriegten sie Eisen mit Stollen verpaßt. Sicher, manchmal schlugen sie aus. Meistens stand man schon richtig, der Hieb ging daneben. Der kleinere Rest hat einen erwischt. Berufsrisiko. Halb so gefährlich: ein paar blaue Flecken, im Höchstfall ein Gipsarm. Das ging vorbei. Außerdem hatte man einen Gesellen.

Dann kamen die ersten Traktoren. Marke „Akti-

vist“ und „Pionier“, „Brockenhexe“, so’n kleiner war das. Anfangs guckten die Bauern kaum hin, stellten sich stur; ackerten weiter mit Schwunker und Zweischar, fuhren sogar noch mit Kühen aufs Feld. Nur sehr allmählich – man merkte es kaum – kam es dann zu der Wende. Heimlich liefen sie zur Ausleihstation, bestellten Maschinen, Traktoren, und bei den Nachbarn entschuldigten sie sich mit einem dümmlichen Grinsen: „Mein Gott, man kann nicht den Anschluß verpassen. Außerdem geht es schneller so, und billiger wird es, ja.“

Buffke nahm es nicht tragisch. Noch reichte die Arbeit für ihn. Daß sie etwas weniger wurde, störte ihn nicht. Ums große Geldverdienen war es ihm nie gegangen. Er wollte sein Auskommen, seinen „Harten“ wollte er sich genehmigen können und seine Stumpen, ohne deshalb auf Wurst und Butter verzichten zu müssen. Die Schmiede garantierte es ihm. Da aber sprang der Geselle ab. Er ging als Schlosser zur Ausleihstation. Er sagte: „Dort ist es mir sicherer. Nimm’s mir nicht übel, Meister, wenn ein Schiff sinkt, sieht man sich nach ’nem Rettungsboot um. Oder man ist im Kopf nicht gesund.“

Starker Tobak. Buffke beherrschte sich; er fraß die Wut in sich hinein. Doch von Stund an belauerte er die Traktoren, die großen Maschinen: wären sie Viehzeug gewesen, er hätte Gift für sie ausgestreut. Nicht nur, daß die Pferde im Dorf von Jahr zu Jahr weniger wurden – das wäre zu verschmerzen gewesen; das Hufbeschlagen füllt das Leben eines Schmiedes nicht aus – aber auch Ackergeräte fielen kaum noch für Reparaturen an. Die Ausleihstation besaß eigene Werkstätten, größere. Aus entlegenen Dörfern verschaffte er sich Aufträge. Friemeleien, Fummelarbeiten. Den eigenen Bauern dagegen – natürlich kamen sie noch mit diesem und jenem zu ihm – begegnete er schroff, wies ihnen immer öfter die Tür. Sie hatten den Pakt mit dieser „modernen Technik“ geschlossen, den Teufelspakt. Einmal kam der Krause zu ihm, der Traktoristenlummel. Seinem knatternden Luftverpester war die Hängerkopp-

lung gerissen. Oder nicht einmal die Kopplung, der Bolzen nur. Krause wollte deswegen nicht extra die fünfzehn Kilometer zur Werkstatt zurück, bat Buffke, zu helfen. Ein Rufen in der Wüste war das! Es gab einen Streit, Krause erhielt einen Tritt, machte eine Grätsche im Sand. Dafür hat er sich später gerächt. Und gar nicht zu knapp.

Er stiftete seine Kumpel an: Wenn sie mit ihren Traktoren und Kettenfahrzeugen in die Nähe der Schmiede gelangten, ertönte ein höhnisches Hupkonzert. Mörderisch war das; Buffke hielt sich die Ohren zu. Dumpfer Schmerz wuchs sich aus in seinem Kopf, schwoll an, als wollte er den Schädel sprengen. Manchmal war es kaum auszuhalten. Später brauchten nicht erst die Traktoren zu kommen, es konnte sehr still sein ringsum, die Schmerzen stellten sich dennoch ein. Sie rührten von einem Hirntumor her, das wußte er nicht. Klar war ihm nur, daß er sich das Dorf zum Feind gemacht hatte. Fast jeden im Dorf. Er war einsam geworden.

So dachte er damals – stand am Amboß und kippte um.

Im Kreiskrankenhaus hatten die Ärzte nichts feststellen können, mit letzter Sicherheit jedenfalls nicht; daher der Weitertransport nach Berlin. Direkt in die Charité. Eines Tages gaben sie ihm dort nichts zu essen, verboten ihm streng, sich auf anderem Weg – nicht einmal für sein eigenes Geld – Nahrung zu besorgen.

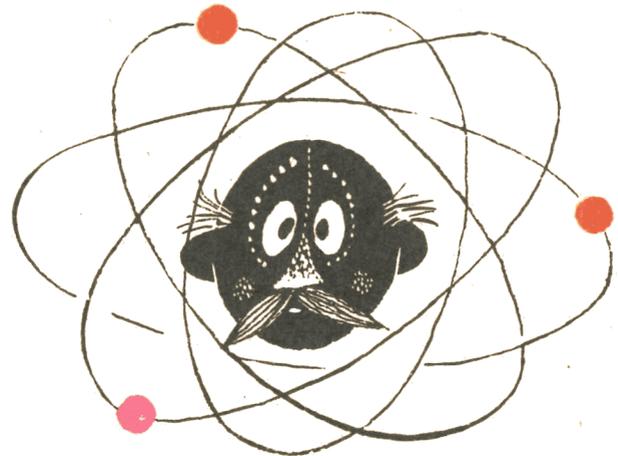
Ihm platzte der Kragen, er fuchtelte mit den Fäusten herum, hielt nicht hinterm Berg mit der Wahrheit, schrie sie dem Doktor freiweg ins Gesicht: „Aushungern wollt ihr mich, ihr Hunde, Brötchen sparen, was sonst! Ihr denkt, der Buffke ist ja fremd in Berlin, da kriegt keiner mit, wenn er plötzlich ins Jenseits verschwindet! Falsch gerechnet, ihr Lumpen! Buffke weiß sich noch selbst zu wehren – entweder ihr gebt ihm jetzt was zu fressen, oder er tritt in den Hungerstreik!“ Gesagt, getan. Er streikte – es blieb ihm gar keine andere Wahl – bis zum anderen Morgen. Da gaben sie ihm auf nüchternen Magen irgendeine

Plempe zu trinken, scheußliches Zeug. Das war in einem Behandlungsraum. Bald darauf rückten sie ihm mit ihren Apparaturen buchstäblich auf die Pelle, tasteten seinen Körper ab. Einer hatte Kopfhörer um. Als er sie einem anderen reichte, hörte Buffke ein Knattern darin. Sein Doktor, dieser brillentragende Stift – dieser Mordskerl von einem Jungen, wie es sich später herausstellen sollte – erklärte ihm das leise Geratter: „Was Sie vorhin getrunken haben, Herr Buffke ..., da waren ‚leuchtende Spürhunde‘ drin. Die suchen nach krankem Gewebe. Damit wir erfahren, wo sie’s gefunden haben, bellen sie. Zugegeben, es hört sich ein bißchen ungewohnt an, aber das stört Sie doch nicht?“ „Stört Sie doch nicht!“ Buffke verschlug es die Sprache: „Erzählt einem dieser Grünschnabel Schauermärchen und wird nicht mal rot dabei!“

Immerhin, die Hunde fanden ihr Fressen, ob sie in Wahrheit nun Glühwürmchen waren oder Leuchtspurgeschosse oder einfach ein übler Trick. Sie versammelten sich im Gehirn, an einer bestimmten Stelle und blafften dort ihren Alarm: eine Geschwulst, ein Tumor. Krankes Gewebe.

Zwei Wochen darauf sagte sein Doktor: „Herr Buffke, wir müssen Sie operieren. Und dann mit Strahlen behandeln. Sie verstehen: radioaktiv.“ Buffke quoll auf wie ein Luftballon.

„Dacht’ ich es mir!“ Er brüllte. „Atombomben in





meinem Kopf ausprobieren! Euch werde ich, na ...! Der Zeitung werd' ich es schreiben, daß sie euch an den Galgen bringt! Schert euch in die Wüste Nevada! Da habt ihr Gesellschaft, da leben noch größere Ganoven als ihr. Rottet euch gegenseitig aus, immer fleißig 'ran, aber ich rat' euch, kommt mir nicht zu nah ...!"

Er wollte heraus aus der Charité. Sie fingen ihn wieder ein und brachten ihn in sein Zimmer zurück. Volkspolizisten waren's – wer hätte das von denen gedacht! Steckten unter einer Decke mit diesen Atomgesellen ...! Buffke saß auf dem Amboß. Im blauen Anzug. Er schüttelte über sich selbst den Kopf. Wie hatte er so dämlich sein können; die „Spürhunde“ waren künstliche radioaktive Stoffe gewesen. Und die Strahlenbehandlung für sein Gehirn rettete ihm das Leben. Na, Asche aufs Haupt.

Sein Doktor, dieser schwächliche Bengel, kam Tag für Tag an sein Krankenbett. Nicht zur Visite, nicht aus medizinischen Gründen, jedenfalls dem Anschein nach nicht. Er sagte: „Herr Buffke, Sie sind doch Schmied; wie ist das zum Beispiel ...“ Und schwupp, ging es los, er fragte nach lauter verdächtigen Sachen, die Schmiede betreffend. Und antworten mußte man – es tat nämlich wohl. Der Doktor hörte aufmerksam zu. Das hatte man zu lange vermißt. Kein Mensch konnte leben, ohne daß andere mal Dankeschön sagten. Der

Doktor tat das bei ihm. Selbstredend, daß man bereit war, für dessen Probleme nun ebenfalls etwas Verständnis zu haben, ihm ein Ohr hinzuhalten, wenn er ins Reden kam. Medizinische Radiologie – er war besessen von dieser prächtigen Wissenschaft. Da waren die Strahlen, Alpha, Beta und Gamma genannt. Da ging es um polnische Franzosen – nein, es war wohl nur die Frau Curie oder so. Eine starke Lebensgeschichte. Wenn man es richtig nahm, solch ein Weibsbild hätte sogar in die Schmiede gepaßt. Da ging es um kosmische Strahlung, um Lebenserwartung, um Krebsbekämpfung, um radioaktives Jod 131, um Kobalt 60 – die Zahlen bezogen sich auf die Neutronen, auf unterschiedliche Atomgewichte bei demselben Element. Element – auch so ein Wort! War ihm früher nicht mal im Traume begegnet.

Der Doktor schwärmte: Atomenergie, eine Zauberformel für alle Bereiche des Lebens. Sie würde in der Lage sein, die Menschheit um ein vielfaches reicher zu machen. Auch an landwirtschaftlichen Produkten.

Und Buffke, der Meister Buffke, der Miesmacher Buffke, wurde ordentlich traurig; weil es keine Möglichkeit gab, noch einmal zwanzig zu werden. Denn er hatte begriffen: Atomenergie war so nützlich und so gefährlich, wie ein Vorschlaghammer es war.

Nur in größerem Maße. Man konnte damit töten – und war ein Verbrecher. Man konnte damit dem Leben tausend Brückengeländer schmieden – und bestand vor sich selbst als Mensch. Das alles machte der Doktor ihm klar. Zugegeben, anfangs kam ihm auch der Verdacht, es könnte ein Überredungstrick sein. Aber dann sagte der Doktor: „Im Grunde ist das Zukunftsmusik. Im Augenblick knabbern wir noch am Anfang herum, nichts ist schon bis ins letzte durchdacht ...“ Das gab den Ausschlag für Buffke: Der Stift hier, der Doktor, machte einem keinerlei Mätzchen vor. Er schenkte einem klaren Wein ein: So weit sind wir, wir wollen helfen. Besser können wir es noch nicht.



„Operiert mich“, sagte Buffke. „Und dann 'rein mit den Strahlen in mein zerfressenes Gehirn!“  
Acht Wochen später: kein Kopfschmerz mehr. Junge, Junge, Junge, wie freundlich sah die Welt aus! Und die moderne Technik ..., wär' doch gelacht, wenn er sie in seinen Jahren nicht doch noch meistern würde! Letztlich war man nicht schwach auf der Brust. Der Doktor und Buffke, sie waren Freunde geworden. Ganz ehrlich: erst nach der Operation. Sie verquasselten manch eine Stunde, über das Schmieden – und über die Atomenergie.

Der nächste Sommer war in einem Jahr. Da sollte der Lümmel mal Landluft schnappen ... Buffke saß auf dem Amboß. Der blaue Anzug knitterte schon. Nette Bescherung. Aber in den Zeitungen schreiben: Wir produzieren mit Welt-niveau! Wurde Zeit, daß die Textilindustrie mal ihre Nase radioaktiv bestäubte!

Aber die Schmiede war ein Museum. Fertig damit. Es gab einen Trost: Auch die modernsten Traktoren trugen schon ihren Totenschein unter der Motorhaube. Die Wissenschaft machte vor ihnen nicht halt, sie hatte schon etwas Besseres im Sinn. Atomgetriebenes. Mindestens. Jetzt war's heraus: Buffke konnte sich rächen. Aus-lachen würde er die Traktoristen: ‚Schickt eure Kutschen ins Mittelalter. Ihr Spatenerfinder! Moderne Technik sieht anders aus ... !‘

Draußen ratterte etwas, kam näher und hörte sich wie ein Panzer an. Plötzlich heulte der Motor auf, einmal, zweimal, dann war es still. Buffke erhob sich vom Amboß. Neugierig ging er hinaus. Eine Raupe stand dort, ein Kettenfahrzeug. Hatte irgendeinen Schaden. Der Fahrer ..., na, wo steckte er denn? ... Ah, auf der anderen Seite. Was denn, war das nicht Krause, der Strolch? Guck einer an, hat sich entwickelt, das Jüngelchen, lenkt jetzt den ganz schweren Brokken.

Nun war er heran. Krause blickte nur flüchtig auf und bastelte weiter mit einer Kombizange. Sekunden später – als hätte er jetzt erst begriffen – hob er noch einmal den Kopf. Dann lächelte er, es war ein pffiffiges Lächeln, und streckte Buffke die Hand entgegen: „Mensch, Meister, schön, daß Sie wieder zu Hause sind. Herzlich willkommen im Dorf!“

Ja also ... Buffke war überrumpelt. Er schluckte. Er knurrte. Das konnte ein Gruß sein oder auch nicht. Ihm war das selbst nicht ganz klar.

Er umkreiste das Fahrzeug, kletterte ächzend zum Motor hinauf – noch immer im blauen Anzug – drückte, zerrte an Kabeln und muffelte schließlich: „Gib mal 'nen Vierzehner-Schlüssel her!“

Der fehlte Krause. „Hat mir irgendeiner geklaut.“

Da wurde Buffke sehr polterig. „Mensch, wann bringt man euch endlich mal Ordnung bei! Los, lauf zur Schmiede. Wenn du nicht blind bist, der Werkzeugkasten ist neben dem Schleifstein!“



# Künstliche Spürhunde

Hans Kleffe



Alles hatte John Spark an jenem Januartag des Jahres 1864 zurückgelassen, die Frau, die Kinder, die windschiefe, rußschwarze Hütte im Norden von Birmingham. Und er wollte auch den Hunger, die tägliche Sorge um das Stück Brot zurücklassen. Er wollte wiederkommen und reich sein. Er war ausgezogen, um reich zu werden, reich genug, um Charles, seinem rachitischen Jungen, an jedem Tag frische Milch kaufen zu können und für sich einen Karren und die Erlaubnis, Gemüse auf dem Markt zu verkaufen. Deshalb hatte er sich eingereicht in den buntscheckigen Strom der Goldsucher, der stetig und unaufhaltsam über den Ozean hinaufzog in die Berge der Sierra. John Spark wollte leben, wollte arbeiten. Er war kein Abenteurer.

Und er fand Gold. Ein ganzes Säckchen Goldstaub und zwei, drei kirschgroße Nuggets hatte er in dem einen Jahr aus dem aufgewühlten Wasser des Redberry-River gewaschen. Dann aber kam das Fieber wie eine Giftspinne den Fluß hinaufgekrochen. Eine Woche lang lag John in seinem Zelt und phantasierte von seiner Frau Betty, von Charles und dem Gemüsewagen auf dem Marktplatz von Birmingham. Als er aus seinen Fieberträumen erwachte, war das kleine Säckchen fort.

Verzweifelt wühlte er jeden Quadratzentimeter des sandigen Bodens mit seinen müden Fingern

um. Umsonst. Nur die Nuggets, die er in seine Hose eingenäht hatte, waren ihm verblieben. Eins davon verlangte der schiefnasige Doktor. Das kleinste tauschte er gegen Brot und Fleisch. Mit dem letzten bezahlte er seine Überfahrt nach England. Ärmer als je zuvor kehrte John Spark in die Heimat zurück. Er war ein Mann ohne Hoffnung, und er schleifte die zerspaltene Hacke wie das Zeichen seines zerbrochenen Glücks hinter sich her.

Keiner der armen Männer war reich geworden in der Sierra. Sie verloren alles, das Glück, die Hoffnung. Viele starben. Sie alle hatte das Gold angezogen mit magischer Kraft, wie immer schon, seitdem es Reiche und Arme gibt.

Jahrtausende war das Gold Ausdruck des Reichtums. Wer es besaß, war reich, hatte Macht. Als nicht mehr genug Gold in der Erde gefunden wurde, versuchten die Alchimisten, Gold künstlich herzustellen. Als das nicht gelang, durchwühlte man auch den letzten Erdwinkel nach dem gelben Metall. Gold war über Jahrtausende hinweg das Wertvollste, was es gab. Hunderttausendfach wurde im Goldrausch, in der Gier nach Macht und Reichtum Leben zerstört, Menschenglück. Nichts war wertvoller als Gold.

Als es 1949 zum ersten Male gelang, Gold künstlich herzustellen, da berichteten die Zeitungen darüber nur in kleinen Meldungen.

Heute zieht niemand mehr ins Ungewisse, in die Berge, an die Flüsse, in der verzweifelten Hoffnung, Gold zu finden. Heute wird nach Erdöl, Eisenerz und Uran gegraben. Aus diesen Bodenschätzen werden Stoffe hergestellt, die wertvoller sind als Gold.

Zu diesen Schätzen gehört auch ein Element, Technetium genannt. Es wird im Zentralinstitut für Kernforschung in der Deutschen Demokratischen Republik hergestellt.

Das Technetium hat eine lange und abenteuerliche Geschichte. Sie begann mit dem großen russischen Chemiker Mendelejew, der im Jahre 1870 das nach ihm benannte Periodensystem der chemischen Elemente aufstellte. Darin sind

die Elemente entsprechend ihren chemischen Eigenschaften geordnet. Der Platz mit der „Hausnummer“ 43 jedoch blieb leer. Mendelejew konnte zwar voraussagen, welche chemischen Eigenschaften das Element 43 haben müßte, aber niemand auf der Welt besaß auch nur ein Millionstelgramm dieses Stoffes. Doch die Wissenschaftler gaben sich nicht mit dem „weißen Flecken“ im Periodensystem zufrieden. Viele Forscher suchten nach dem rätselhaften Element. Mehrmals im Verlaufe der Geschichte der Chemie glaubte man Technetium gefunden zu haben. Aber bei Nachprüfungen stellte sich das jedesmal als Irrtum heraus. Erst in den Jahren von 1924 bis 1934 erkannten die Wissenschaftler, daß Technetium ein Element ist, welches der Mensch vergeblich auf der Erde sucht: Alle radioaktiven Stoffe, also auch das Technetium, verwandeln sich unter Aussendung von Strahlen in andere Stoffe, z. B. Uran in Blei. Wenn dieser „Zerfall“ schnell genug vor sich geht, so verschwindet es ganz. Da die Erde schon Milliarden Jahre alt ist, muß daher auch das ursprünglich einmal auf ihr vorhanden gewesene Technetium längst in andere Elemente umgewandelt, „zerfallen“ sein. Die Natur bildet zwar ständig etwas Technetium neu, aber in so unvorstellbar winzigen Mengen, daß man es kaum auffinden kann. Seit 1937 ist es möglich, Technetium künstlich zu erzeugen, indem man das Element Molybdän mit energiereichen Teilchen beschießt. Wäre man ausschließlich auf diese Art der Herstellung von Technetium angewiesen, so hätte es aber nicht die große Bedeutung erlangen können, die es heute hat. Doch nachdem die deutschen Physiker Otto Hahn und Fritz Straßmann 1938 entdeckten, daß sich Atomkerne des Uran-Isotops 235 spalten lassen, wobei sie in zwei oder drei Atomkerne anderer Elemente zerplatzen, fand man wenig später, daß sich unter den dabei entstehenden „Spaltprodukten“ auch drei radioaktive Isotope des Elements Molybdän befinden. Diese aber wandeln sich von selbst in Technetium um!

Inzwischen sind 15 verschiedene Technetium-Isotope bekannt; alle sind radioaktiv und zerfallen wieder in andere Elemente. Durch die Kernspaltung des Urans gelingt es daher jetzt, Technetium in viel größeren Mengen herzustellen als durch Bestrahlung von Molybdän mit energiereichen Teilchen.

Technetium, ein silbergraues Metall, hat eine Dichte von 11,5 Gramm je Kubikzentimeter, es hat also eine viel größere Dichte als Eisen. Seine Schmelztemperatur liegt bei 2 300 °C. Es rostet nicht. Nun könnte man denken, daß es schon allein darum von großem Wert sei. Aber diese Vorstellung wäre falsch.

Im Bereich der radioaktiven Nuklide gelten andere Wertmaßstäbe als bei normalen, nichtradioaktiven Materialien. Aus keinem radioaktiven Isotop, auch nicht aus dem künstlichen Gold, können irgendwelche Gebrauchsgegenstände angefertigt werden.

Das hat vier Gründe:

Gegenstände aus radioaktiven Nukliden wären eine tödliche Gefahrenquelle: Wenige Gramm eines radioaktiven Stoffes, die ausreichen, um z. B. aus künstlichem Gold einen Ring zu fertigen, geben eine Strahlung ab, gegen die man sich nur durch meterdicke Betonwände schützen könnte.

Der zweite Unterschied zwischen normalen Werkstoffen und radioaktiven Nukliden besteht darin, daß nicht die Menge des Stoffes, sondern nur die ausgesandte Strahlung wichtig ist. Nicht die Masse ist daher wichtig, sondern die Strahlungsmenge, gemessen in Curie und Millicurie. Damit die Strahlung nicht zu groß ist, muß das radioaktive Isotop stets mit einem anderen, nicht radioaktiven Trägermaterial vermischt oder verbunden sein.

Ein dritter Unterschied: Radioaktive Nuklide haben schon deshalb keine Bedeutung als Werkstoff, weil sie sich ja wieder in andere Stoffe verwandeln. Was nützte ein goldener Ring, der kein Gold bleibt, sondern sich in Quecksilber verwandelt?



Viertens schließlich sind radioaktive Nuklide als Werkstoffe nicht zu gebrauchen, weil die Herstellung viel zu teuer wäre. Im Reaktor oder Teilchenbeschleuniger entstehen radioaktive Nuklide nicht gramm- oder kilogrammweise. Wenn z. B. 1 000 Gramm Schwefel 14 Tage lang im Kernreaktor bestrahlt werden, so entstehen 3,44 millionstel Gramm künstlichen Phosphors. Doch für jene Zwecke, bei denen radioaktive Nuklide benötigt werden, reichen solche kleinen Mengen aus.

Aber wozu werden radioaktive Nuklide benötigt? Warum ist Technetium wertvoller als Gold? Technetium hilft dem Arzt, verschiedene Krank-

heiten in inneren Organen aufzuspüren. Eingespritzt in die Adern, wandert die Technetiumverbindung mit dem Blut durch den Körper. Die radioaktive Strahlung des Elements zeigt dem Arzt, wieviel Blut und wie schnell es durch das Adersystem des Körpers transportiert wird, sie spürt krankes Gewebe auf, ohne daß der Arzt die Adern öffnet.

Für solche Zwecke können auch andere radioaktive Nuklide verwandt werden. Schon lange, bevor Technetium eingesetzt wurde, haben die Ärzte radioaktives Jod 131 benutzt. Aber die Strahlung radioaktiver Stoffe hat nicht nur eine nützliche, sondern auch eine gefährliche Seite, besonders wenn diese Stoffe in den menschlichen Körper eingebracht werden. Jeder Arzt muß deshalb mit der geringsten Strahlung alle Informationen erhalten können, die er für die Behandlung des Kranken benötigt. Dafür ist das Technetium am besten geeignet. Es ermöglicht, mit zehnmal geringerer Strahlungsdosis dieselben Erkenntnisse zu gewinnen wie mit Jod 131.

Die industriemäßige Herstellung des Elements Technetium durch die DDR-Wissenschaftler fand in der ganzen Welt große Anerkennung. Viele Länder kaufen Rossendorfer Technetium.

Technetium hilft, das Leben zu erhalten.

Es ist wertvoller als Gold.

# Die Strahlenküche

Hans Kleffe



Rossendorf ist ein kleiner Ort bei Dresden. Bis vor zwanzig Jahren war er nur den Dresdnern bekannt. Aber als in diesem Ort 1956 mit Hilfe der Sowjetunion der erste Atomkernspaltungs-Reaktor der DDR aufgebaut wurde, stand der Name Rossendorf oft in der Zeitung. Jetzt ist dort eine kleine Stadt der Forschung entstanden, das Zentralinstitut für Kernforschung der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Im Zentralinstitut für Kernforschung werden radioaktive Nuklide hergestellt. Es sind Stoffe, deren radioaktive Strahlung in der Medizin, in der Technik und Chemie genutzt wird.

Der Reaktor ist das Herz des Zentralinstituts. Dort werden Uran-Atomkerne gespalten, wobei auch die radioaktiven Nuklide entstehen.

Der Reaktor liefert eine große Zahl verschiedener radioaktiver Stoffe. Sie stecken im Brennstoff, den Uranstäben. Man kann sie jedoch durch chemische Verfahren erst gewinnen, wenn die Uranstäbe verbraucht sind und aus dem Reaktor entfernt werden müssen. Die Aufarbeitung solcher „abgebrannten“ Uranstäbe zur Gewinnung radioaktiver Stoffe ist äußerst schwierig, weil von ihnen eine starke Strahlung ausgeht.

Mit dem Reaktor können aber noch auf andere Weise von fast jedem chemischen Element künstliche radioaktive Isotope, d. h. radioaktive

Sorten von Atomkernen erzeugt werden. Da bei jeder Spaltung eines Urankerns 2 oder 3 Neutronen frei werden, für die Spaltung eines weiteren Kerns aber nur eines davon gebraucht wird, können die überschüssigen Neutronen auf nicht radioaktive chemische Elemente einwirken. Die meisten Elemente verwandeln sich dabei in künstliche radioaktive Isotope desselben oder eines anderen Elements. So entsteht z. B. durch Bestrahlung von Schwefel mit Neutronen radioaktiver Phosphor. Um solche radioaktiven Nuklide herstellen zu können, befinden sich in der Schutzwand des Reaktors Löcher. Man könnte sie mit der Öffnung eines Backofens vergleichen, durch welche die Brote in den Ofen geschoben werden. Doch sind die Löcher in der Reaktorwand kleiner und tiefer. An langen Stäben werden die zu bestrahlenden Stoffe tief in den Reaktor geschoben, wo sie einer intensiven Neutronenstrahlung ausgesetzt sind. Nach einer gewissen Zeit werden sie wieder herausgezogen, jetzt haben sich die gewünschten radioaktiven Nuklide gebildet.

Von jetzt an sind die Stoffe gefährlich und müssen äußerst vorsichtig gehandhabt werden. In dicken Blei-Schutzbehältern werden sie in den Bereich Radiochemie transportiert und dort aufgearbeitet, in so kleine Mengen zerteilt, wie sie die Anwender brauchen.

Die Gefährlichkeit der Strahlen ist der Grund, weshalb es in vielen Labors im Bereich Radiochemie recht merkwürdig zugeht. Hier nehmen die Chemiker Gläser und andere Behälter, in denen sich die radioaktiven Stoffe befinden, nicht einfach in die Hand. Sie stehen vor einer dicken Schutzwand aus Bleieziegeln und blicken durch dicke Fenster aus Bleiglas. Hinter der Wand befinden sich Greifer, die sich mit Hilfe von Hebeln bedienen lassen. Das einfache Umgießen einer Flüssigkeit von einem Behälter in einen anderen ist ein Kunststück, das man erst üben muß.

In manchen Räumen geht das Hantieren mit den radioaktiven Stoffen einfacher vor sich. Hier



wird mit Stoffen gearbeitet, die keine so durchdringende Strahlung aussenden. Die Chemiker brauchen deshalb auch keine dicke Schutzwand aus Bleiziegeln, sondern nur einen Handschuhkasten. Das ist ein durchsichtiger Behälter, in den von außen nach innen Schutzhandschuhe hineinragen. Die Hände werden in die Handschuhe gesteckt, dann erst kann mit der Behandlung radioaktiver Stoffe begonnen werden. Der Kasten verhindert, daß Spuren der gefährlichen Stoffe unkontrolliert in die Außenwelt gelangen.

Die Chemiker und Laboranten müssen sich vielen Kontrollen unterziehen, damit nicht radioaktive Stoffe an ihrem Körper, an ihren Händen, an Haaren oder an der Kleidung haften. Nichts Eß- und Trinkbares darf in die Räume mitgenommen werden. Zu vielen Räumen ist der Zutritt nur erlaubt, wenn man vorher Schutzkleidung anzieht, die beim Verlassen der Räume wieder auszuziehen ist. So wird verhindert, daß mit der Kleidung radioaktive Stoffe in die Außenwelt verschleppt werden.

Das Institut ist aber nicht nur eine „Fabrik“ für radioaktive Nuklide.

Die Erzeugung radioaktiver Nuklide, die in vielen Bereichen der Volkswirtschaft Anwendung finden, bildet nur eine der vielen Aufgaben des Zentralinstituts für Kernphysik. Das Institut ist ein Zentrum wissenschaftlicher Forschung und eine Ausbildungsstätte. Für alle wichtigen Aufgaben, die im Zeitalter der Atomkernenergie gemeistert werden müssen, bildet das Rossendorfer Zentralinstitut junge Wissenschaftler aus. Hier erwerben die Physiker und Ingenieure künftiger Kernkraftwerke der DDR Grundkenntnisse und Erfahrungen beim Betrieb von Kernspaltungsreaktoren, hier lernen Wissenschaftler und Techniker, wie und wo die Nuklide in der Volkswirtschaft eingesetzt werden.

# Der Isotopenfritz

Wolfgang Richter

Eine Woche lang schlich Karl Kopien um die Walzenstöcke herum, vor Schichtbeginn, nach der Frühstückspause, mittags und auch am Feierabend auf dem Weg zum Umkleideraum. Eine Woche lang und immer wieder musterte er argwöhnisch jene zigarrenkistengroßen, gelb und orange angemalten Geräte wie tollwütige Hunde, die in jedem Moment aus der Bewegungslosigkeit erwachen und ihn anspringen könnten. Nie mehr als auf zehn Schritt wagte er sich an die Kästen heran. Das war ungewöhnlich: Karl Kopien stand schon zehn Jahre an der Walzenstraße, an deren vorderem Ende das breite Aluminiumband hineinzischte und am Ende, Bruchteile von Millimetern dick, wieder herauskam. Karl Kopien prüfte mit einem Meßgerät die Foliendicke, achtete auf den kleinen Zeiger, daß er innerhalb der Markierung bliebe. Auf den Hundertstelmillimeter genau mußte die Folie ausgewalzt sein. Maßarbeit, Tag für Tag. Aber nicht immer war das Rohmaterial gleich gut. War es zu hart, nicht geschmeidig genug, verzogen sich die Walzen. Dann schlug der Zeiger des Meßgerätes wild aus. Karl Kopien mußte die Walzenstraße stoppen, die Einrichter justierten die Walzen neu. Stunden dauerte das. Der Verlust an hochwertiger Aluminiumfolie ging in die Hunderttausende, und auch in der Lohntüte der Walzen-



leute fehlten einige Zehnmarkscheine. Das sollte nun anders werden mit Hilfe der kleinen Geräte.

Als wieder einmal die Walzenstraße abgeschaltet werden mußte, hatten sie sich in der Brigaderversammlung die Köpfe heißgeredet, hatten gestritten und Vorschläge gemacht. Aber eine gute Lösung fand keiner. In das Material konnte niemand hineinsehen, keiner konnte sagen, ob es zu weich oder zu hart war.

„Es gibt einen Weg“, hatte dann Ingenieur Fabian gesagt. Dieser eine Satz brach die erregte Diskussion ab. Still war es im Raum. Die Walzenleute wußten, der junge Ingenieur redet wenig. Bevor er etwas sagt, hat er es hundertmal in seinem Kopf herumgewälzt. Und wenn er es dann ausspricht, sind es Entscheidungen, präzise, verständlich, gründlich überlegt.

„Radioaktive Isotope“, sagte der Ingenieur.

Die beiden Wörter hingen im Raum wie Zeitzünderbomben. Die Männer starrten den Ingenieur an. „Radioaktiv, sagst du? Und damit sollen wir arbeiten? Wir sind doch nicht lebensmüde!“

Immer wieder, immer, wenn das Wort „radioaktiv“ ausgesprochen wird, denken viele Menschen zuerst an die Bombe. Die hat zwei Städte zerfetzt und dreihunderttausend Menschen verbrannt. Viele sterben heute noch an der Strahlenkrankheit, Kinder kommen schon als Krüppel zur Welt. Daran denkt man zuerst.

Auch bei den Walzenleuten war das so. Zwar hatten sie von der Heilung kranker Menschen mit radioaktiven Isotopen gehört und von Atomkraftwerken. Aber immer wieder kommt auch bei ihnen der Gedanke an die Bombe und ihre tödliche Strahlung.

Fabian, der Ingenieur, der wortkarge Feuerkopf, wußte, was die Männer dachten, konnte bemerken, daß sich ein bißchen Furcht vor der geheimnisvollen Kraft auch bei ihnen erhalten hatte. Aber er ließ sich nicht entmutigen. Strahlen sind gut, Strahlen sind nützlich – es kommt nur darauf an, in wessen Händen sich die

Strahlungsquellen befinden, wofür sie eingesetzt werden. Hier, an der Walzenstraße, sollten sie mithelfen, die Verluste an wertvoller Folie gering zu halten. Aluminiumfolie wird nicht nur für Suppentüten und Butterpapier gebraucht.

„Wir bauen Betastrahler ein“, sagte der Ingenieur, „hinter jeder Walze. Und sie werden Alarm schlagen, wenn die Folie die vorgeschriebene Dicke überschreitet. Wir verbinden die Strahler mit einer Regelautomatik, die die Walzen reguliert, mehr Druck gibt, wenn das Material zu hart ist.“

„Na gut“, dachte Karl Kopien, aber so richtig traute er der Sache nicht. „Sag, Ingenieur, ist die Strahlung gefährlich?“

„Nein“, meinte Fabian, „die Menge der radioaktiven Strahlung ist gering. Der Strahler wird unterhalb der fließenden Folie angebracht. Seine Strahlung geht nur in die Richtung des Walzgutes, in Richtung des Zählgerätes.“

„Also doch“, sagte Karl Kopien, „die Folie wird also radioaktiv! Und ich muß die fertigen Rollen ausspannen. Nein, das mache ich nicht! Ich will mir nicht die Hände verbrennen!“

„Unsinn, Karl! Die Strahlendosis ist gering, völlig unschädlich. Sie geht nicht einmal durch deine Handschuhe.“

Karl Kopien glaubte dem Ingenieur nicht. Aber der würde doch keine Neuerung einführen, die die Walzenleute verbrennt. Das wiederum mußte Karl Kopien auch zugeben. ‚Sicher ist sicher‘, dachte er und nahm sich vor, in der Drogerie wenigstens ein Paar Gummihandschuhe zu kaufen.

Die Walzenleute aßen ihr Frühstücksbrot, tranken, rauchten, redeten und hatten Fragen an den Ingenieur. Und der sonst so schweigsame Gerd Fabian sprach sich die Unsicherheit vom Hals. Unsicherheit? – Daß die Männer diese Neuerung aufnahmen wie jede Verbesserung, die sie gemeinsam an der Walzenstraße schon eingebaut hatten, nach ein paar Fragen, nach ein paar Unklarheiten, das hätte er eigentlich nicht gedacht. Aber die Walzenleute wollten

gute, millimetergenaue Folie aus der Maschine ziehen, und was ihnen dabei helfen konnte, was die Verluste senken konnte, war gut, war nützlich. Das wollten sie ausprobieren.

Und den allzu ängstlichen Karl Kopien würde er auch noch von der Ungefährlichkeit der hier eingesetzten Strahler überzeugen.

Gerd Fabian kam ins Reden. Er erzählte, daß auf Rangierbahnhöfen und in Fabrikhallen radioaktive Strahlenquellen als „Sicherheitsinspektoren“ Dienst tun. Im Senftenberger Braunkohlenrevier sollen die Signalanlagen der Werkbahn Strahlungsquellen erhalten, auf den Elektrolokomotiven werden entsprechende Empfänger montiert. Die Geräte auf den einzelnen Streckenabschnitten melden dann, daß die Strecke frei ist. Wenn nicht, wird die Strahlungsquelle ein Signal auslösen, das die Lokomotiven stoppt. Nicht Wind und Wetter, nicht Frost, Schnee oder Regen setzen die Anlagen außer Betrieb.

Die Walzenmänner schauten zur Uhr. Die Frühstückspause war vorbei. „Nun gut“, dachten sie, „wenn die Dinger funktionieren, versuchen wir’s mal mit ihnen.“

Vierzehn Tage später waren die Strahler montiert. Die Folie zischte durch die Walzen. Heimlich, durch seinen breiten Rücken gedeckt, hatte Karl Kopien nachgemessen. „Teufel noch mal!“ dachte er, „die Foliendicke ist genau, Meter für Meter!“

Doch so ganz geheuer war ihm die Sache noch nicht. Jeden Abend, nachdem er sich zu Hause im Bad eingeschlossen hatte, betrachtete er seine Hände, schaute er in den Spiegel, ob sich nicht irgendeine Veränderung zeigte. Er bemerkte nichts. Die Haut seiner Hände blieb hart und fest. Schließlich verschwand seine Angst. Er hatte Platz im Kopf für vernünftiges Denken. Die Folie stimmte, gut. Er hatte es aufgegeben, immer wieder nachzumessen. Nicht um Millimeterbruchteile wich sie von der vorgeschriebenen Dicke ab. Der kleine Kasten hatte ihm also die Gütekontrolle abgenommen. Was blieb ihm? Jede halbe Stunde mußte er eine fertige



Folienrolle ausspannen. Das war ihm nicht genug. Das reichte nicht, um seine Arbeit interessant zu machen.

Eines Tages zog Karl Kopien den Ingenieur am Kittelärmel hinter die letzte Walze. „Hör mal, du Isotopenfritze“, sagte er, „das Gerät ist gut, auch meine Hände sind noch in Ordnung. Warum bauen wir so einen Strahler nicht auch hier ein? Meinen Arbeitsplatz könnte dann ein Auswerfgerät einnehmen, das von dem Ding gesteuert wird. Ich kann ja nach vorn, an die erste Walze gehen, die Strahler können doch noch mehr, hast du gesagt.“

„Wir können es versuchen“, meinte der Ingenieur.

Seit ein paar Tagen steht Karl Kopien, der Neuerer, an der ersten Walze. Aber die Gummihandschuhe hat er bis heute noch nicht ausgezogen. Sicher ist sicher.



# Die Atomartillerie

Karl Rezac



Im Jahre 1914 wurde von den imperialistischen Staaten Europas, zu denen auch England gehört, der erste Weltkrieg entfesselt. In einem Maße wie nie zuvor in der Geschichte wurden an allen Fronten technische Kriegsmittel eingesetzt: Flugzeuge, Unterseeboote, Ferngeschütze, Panzer, chemische Kampfstoffe ...

Die englische Regierung versuchte, möglichst viele Wissenschaftler mit der Entwicklung neuer Waffen und Abwehrgeräte zu beauftragen. Sie hoffte auch auf die Mitarbeit des bekannten Physikers Ernest Rutherford. Der Wissenschaftler hatte sich seit langem in seinem Institut in Manchester mit der Erforschung der radioaktiven Strahlen und des Atoms befaßt. Im Jahre 1908 war ihm der Nobelpreis für seine Untersuchungen über den radioaktiven Zerfall verliehen worden, und 1911 hatte er den Atomkern entdeckt. Sein Institut zählte zu den berühmtesten wissenschaftlichen Forschungsstätten Europas.

Die englische Regierung bat Rutherford, sich an waffentechnischen Forschungen zu beteiligen. Rutherford lehnte ab. Er habe keine Zeit; er sei mit Experimenten beschäftigt, bei denen wahrscheinlich Atomkerne zertrümmert würden.

„Und wenn sich das bewahrheitet“, teilte Rutherford seiner Regierung mit, „so ist das

wichtiger als euer ganzer Krieg.“ – Ernest Rutherford war ein Zeitgenosse des genialen Physikers Max Planck und ebenso wie dieser ein Gegner des Krieges.

Im Jahre 1917 begann die kaiserliche deutsche Kriegsmarine den verbrecherischen U-Boot-Krieg: Alle Schiffe, auch neutrale Fracht- und Passagierdampfer, wurden ohne Warnung angegriffen. Frauen und Kinder fielen den Torpedos deutscher U-Boot-Kommandanten zum Opfer. Dies mag Rutherford umgestimmt haben. Er unterbrach seine Experimente und beschäftigte sich mit Unterwasserakustik; er half, neue Geräte zur U-Boot-Abwehr zu entwickeln.

Ein Jahr nach dem Kriege nahm Rutherford seine Forschungen wieder auf. Er wollte, wie er geschrieben hatte, Atomkerne zertrümmern. Man kann etwas zertrümmern, indem man es beispielsweise beschießt. Nun sind aber Atome sehr klein und für das menschliche Auge nicht sichtbar; entsprechend winzig müßten auch die Geschosse sein. Rutherford wollte Alpha-Teilchen als „Geschosse“ verwenden. Er hatte diese Teilchen bei früheren Experimenten genauer untersucht und nachgewiesen, daß es sich um doppelt positiv geladene Helium-Ionen, also um Heliumkerne, handelt. Sie werden von radioaktiven Substanzen mit großer Geschwindigkeit ausgestoßen, aus Radium zum Beispiel mit 15 000 km/s. Allerdings fliegen sie in der Luft höchstens 8 cm weit.

Mit diesen Alpha-Teilchen wollte Rutherford Atomkerne treffen. Er dachte sich eine besondere Methode aus: Wenn man mit einer Schrotflinte ungezielt in einen Vogelschwarm schießt, gelingt vielleicht ein Zufallstreffer. Ähnlich wollte Rutherford vorgehen; er wollte mit Alpha-Teilchen in Stickstoffgas hineinschießen. Auf diese Art konnten Stickstoffkerne getroffen werden. Doch wie sollte Rutherford feststellen, ob er überhaupt traf, wenn er weder die „Geschosse“ noch deren „Ziele“ sehen konnte?

Einige Jahre zuvor hatte der schottische Physiker Wilson die Nebelkammer erfunden: In einem



Gefäß, das auch ein Beobachtungsfenster aufweist, befindet sich ein mit Wasserdampf übersättigtes Gas. Wird es von elektrisch geladenen Teilchen durchflogen, so entstehen dabei Nebelkerne. Da sich an ihnen winzige Wassertropfchen anlagern, wird zum Beispiel ein Alpha-Teilchen für den kurzen Moment seines Fluges als dünne Nebelspur sichtbar. Diese Nebelspuren lassen sich fotografieren. Rutherford brachte in eine Nebelkammer Stickstoffgas und außerdem Radium, das ständig Alpha-Teilchen ausstrahlt. So beschoss er den Stickstoff – und tatsächlich, einige Geschosse trafen. Doch es waren seltene Zufallstreffer. Von 415 000 Alpha-Teilchen, die den Stickstoff beschossen hatten, trafen nur acht. Das erkannte Rutherford daran, daß sich auf acht Bildern eine der Spuren gabelte. Dort mußte ein Alpha-Teilchen einen Stickstoffkern getroffen haben. Die Spuren hinter der Gabelung waren ungleich. Die eine war dick und kurz; hier schloß Rutherford auf ein „schweres“ Teilchen. Die andere, die dünnere und längere Spur, wies auf ein Teilchen hin, das noch kleiner als ein Alpha-Teilchen war. Es konnte vorher nicht selbständig in dem Gas enthalten gewesen sein.

Rutherford überlegte: Die Alpha-Teilchen, die getroffen hatten, waren nicht vom Atomkern abgeprallt. Der Kern hatte es vielmehr „ver-

schluckt“, eingefangen. Dadurch war ein neuer Kern entstanden, der aber sofort wieder zerfallen sein mußte und beim Zerfall ein Proton aussandte. Das Proton hatte die lange, dünne Spur verursacht.

Und die dicke, kurze Spur? Sie ließ einen neuen Kern vermuten, der sich bei diesem Vorgang gebildet hatte. Weitere Versuche und Berechnungen ergaben, daß es sich um einen Sauerstoffkern handelte. Eine Kernreaktion hatte stattgefunden; aus dem Stickstoffkern war ein Sauerstoffkern entstanden.

Damit war etwas geschehen, wovon die Alchimisten des Mittelalters geträumt hatten: Ein Element war umgewandelt worden in ein anderes Element. Der Mensch hatte der Natur ein weiteres Geheimnis abgerungen, hatte in systematischer Forschungsarbeit entdeckt, daß nicht nur das Atom, sondern auch der Atomkern aus Teilchen besteht und teilbar ist. Und er hatte begonnen, die Natur, selbst in ihren winzigsten und unsichtbaren Bereichen, zu verändern.

In der Sowjetunion, in der Atomstadt Dubna und in Serpuchow, gibt es heute im Labor für Kernreaktionen modernste Zyklotrone. Sie dienen dazu, die „Geschosse“, also die Teilchen, zu beschleunigen und sie auf Atomkerne treffen zu lassen.

Sowjetische Wissenschaftler konnten neue, noch unbekannte Elemente nachweisen. Zu ihren „Schießergebnissen“ zählt zum Beispiel das im Jahre 1964 von Professor Flerow und seinen Mitarbeitern entdeckte Superelement 104. Nach dem hochverdienten sowjetischen Kernforscher Igor Kurtschatow nannten sie es „Kurtschatovium“. Zu gleicher Zeit arbeitete Professor Flerow bereits an der Synthese eines weiteren unentdeckten Elements, des Elements 105, das er auch tatsächlich nachweisen konnte. Solche Entdeckungen gehören zu den großartigsten unserer Zeit.

# Das Protonenkarussell

Hans Kleffe



Es ist merkwürdig, daß man ausgerechnet für die Erforschung der kleinsten Teilchen der Materie die größten und teuersten Maschinen benötigt. Keine Maschine der Welt ist so groß wie der Teilchenbeschleuniger in der sowjetischen Stadt Serpuchow. Selbst die riesigen Förderbrücken unserer Braunkohlentagebaue können es mit ihm nicht aufnehmen. Alle Bewohner der kleinen Stadt Serpuchow arbeiten, damit die große Maschine funktioniert.

Die wichtigsten Teile dieser Maschine befinden sich unter der Erde in einem mächtigen, ringförmigen Tunnel, worin sich eine riesige, ringförmige Röhre aus rostfreiem Stahl befindet. Aus ihr wird mit Hilfe von mehreren hundert Pumpen die Luft abgesaugt. Deshalb nennt man das ringförmige Rohr Vakuumkammer. In ihr werden Teilchen des Atomkerns, Protonen genannt, beschleunigt. Protonen sind Kerne von Wasserstoffatomen. Die ganze Anlage heißt Synchrophasotron.

Wenn eine Straßenbahn von der Haltestelle abfährt, wird sie von der Geschwindigkeit Null auf die Geschwindigkeit 20 km/h oder 30 km/h beschleunigt. Ganz allgemein ausgedrückt, versteht man in der Physik unter Beschleunigung die Geschwindigkeitszunahme eines Körpers in einer bestimmten Zeit. In dem großen Teilchenbeschleuniger von Serpuchow werden Protonen

fast auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigt, auf 300 000 km je Sekunde. Das sind etwa 1 Milliarde km/h. Für die Strecke bis zum Mond, der durchschnittlich 384 000 km entfernt ist, würde ein fast lichtschnelles Proton nur etwa  $1\frac{1}{3}$  Sekunde brauchen. Kosmische Raketen benötigen aber für diese Entfernung drei bis fünf Tage.

Die Physiker wollen keine Geschwindigkeitsrekorde aufstellen. Sie benötigen die „Energie“ der Teilchen, die mit der Geschwindigkeit zunimmt. Ein Stein, der mit einer Geschwindigkeit von 20 m pro Sekunde geworfen wird, hat viermal soviel „Wucht“ wie ein Stein, der nur eine Geschwindigkeit von 10 m pro Sekunde hat. Warum brauchen die Physiker so hohe Teilchenenergien für ihre Experimente?

Alle Elemente sind aus sehr kleinen Teilchen zusammengesetzt, den Atomen. Die Atome hielt man lange Zeit für die wirklich kleinsten, nicht weiter zerlegbaren Teilchen der Stoffe. Aber dann erkannten die Wissenschaftler, daß auch die Atome noch aus kleineren Teilchen zusammengesetzt sind. Jedes Atom besteht aus einem Kern und einer Hülle. Die Atomhülle besteht aus Elektronen, der Atomkern aus zwei verschiedenen Arten von Teilchen, aus Protonen und Neutronen. Aber sind sie nun wirklich die kleinsten Bausteine der Atome, oder bestehen auch die Protonen und Neutronen aus noch kleineren Teilchen? Nach welchen Gesetzmäßigkeiten bauen sie sich auf, und welche Eigenschaften haben sie?

Die Antworten auf diese Fragen können den Menschen vielleicht ganz neue Wege der Energiegewinnung zeigen. Wer tief in die Geheimnisse der Natur eindringt, kann Möglichkeiten finden, die Natur für den Menschen immer nutzbarer zu machen, besser, als es die Schriftsteller utopischer Romane erträumen.

Atomkerne haben einen Radius von ungefähr einem billionstel Millimeter. Es gibt kein Messer oder anderes Werkzeug, das fein genug wäre, um so winzige Teilchen zu zerlegen. Es bleibt dafür nur eine Methode: Man muß diese winzi-

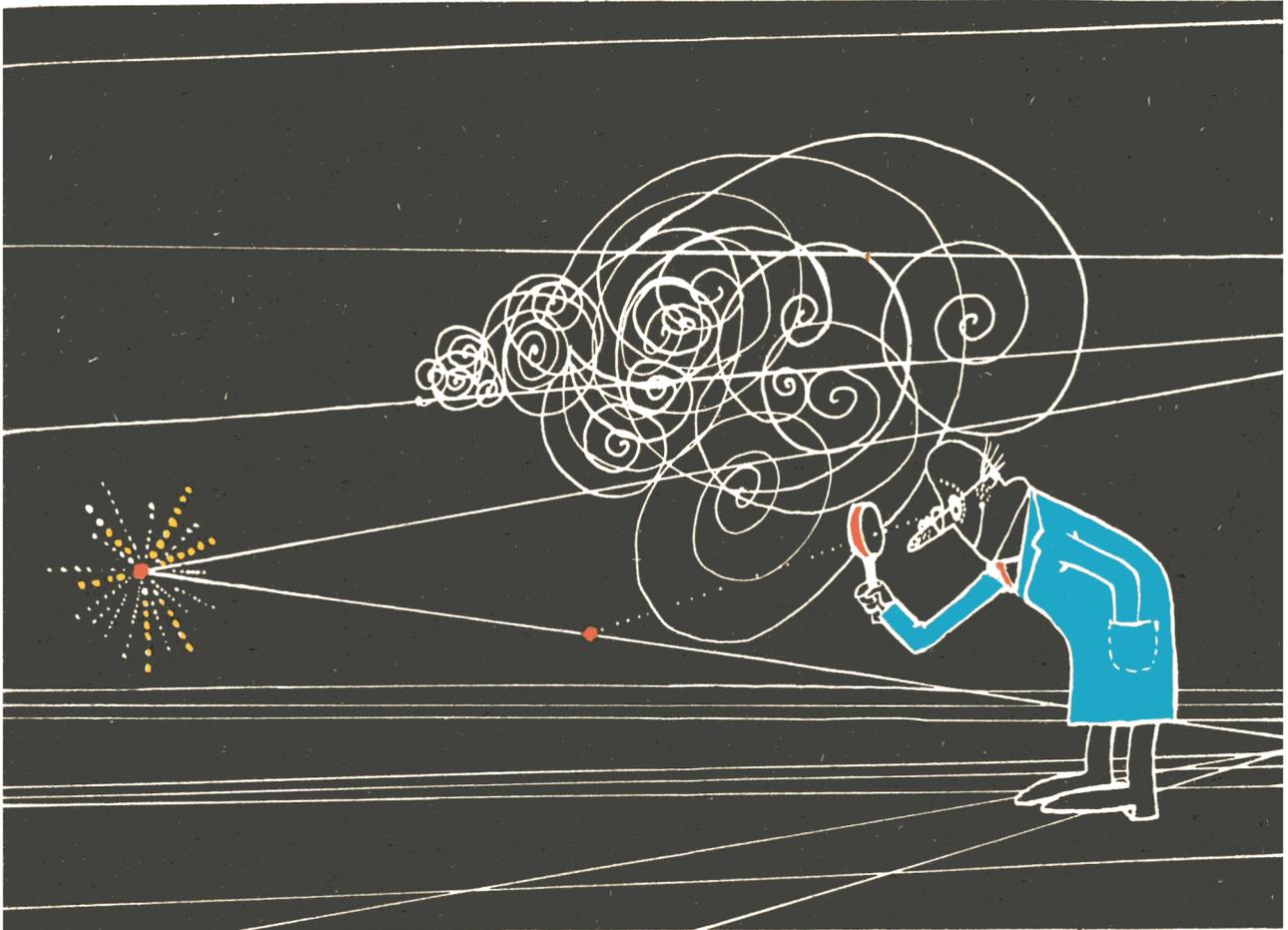
gen Teilchen mit großer Geschwindigkeit, also mit sehr großer Energie, aufeinanderprallen lassen. Dann zersplittern die Teilchen in noch kleinere. Dabei dürfen wir bei den Wörtern wie Zusammenprall, Splitter usw. nicht an einen Autounfall oder das Zerspringen einer Glasvase, die zu Boden fällt, denken. Diese Wörter sind nur ein Vergleich. Die Wissenschaftler sprechen deshalb nicht von Zusammenstößen, sondern von der Wechselwirkung zwischen den Elementarteilchen.

Aber es gibt keine Werkzeuge, mit denen sich diese kleinen Teilchen einzeln fassen und werfen, schießen, stoßen oder sonstwie beschleunigen lassen, schon gar nicht auf Lichtgeschwindigkeit. Doch das Nachdenken, das Knobeln hat die Wissenschaftler eine Lösung des Problems finden lassen: Wenn wir eine kleine Stahlkugel auf den Tisch und einen Magneten in die Nähe legen, so setzt sich die Kugel langsam in Bewegung und rollt immer schneller – beschleunigt – auf den Magneten zu. Man kann also auch Körper, ohne sie anzufassen oder anderweitig zu berühren, beschleunigen. Wäre die Kugel elektrisch geladen, so könnte sie durch ein elektrisches Kraftfeld beschleunigt werden. Ungleichnamig geladene Körper – positive und negative – ziehen einander an, gleichnamig geladene stoßen einander ab. Protonen sind posi-

tiv geladen. Daher werden sie in einem elektrischen Feld zur negativen Elektrode hin beschleunigt.

Im Teilchenbeschleuniger rollen die Protonen aber nicht wie Kugeln auf einer Tischplatte, sondern sie fliegen, ohne mit den Wänden des großen Vakuumrohrs in Berührung zu kommen, auf einer Kreisbahn durch die Röhre. Dabei werden sie durch ein magnetisches Kraftfeld, durch 120 Elektromagnete, in jedem Augenblick und an jeder Stelle genau auf Kurs gehalten. Vier- und fünfzig Beschleunigungsstationen entlang dem Rohre, von denen ein elektrisches Feld ausgeht, beschleunigen die Protonen. Sie bekommen, wenn sie eine solche Station durchfliegen, einen „Stoß“, der sie immer schneller werden läßt. Diese „Stöße“ müssen auf die milliardstel Sekunde genau einsetzen. Sonst würden sie die Protonen bremsen, statt sie zu beschleunigen. Weil diesen Protonen die hohe Energie nicht auf einmal, sondern nur durch eine große Zahl solcher „Stöße“ nacheinander erteilt werden kann, fliegen sie viele Millionen Male durch den Ring, bis sie die Geschwindigkeit des Lichts annähernd erreichen. Wenn die Protonen die vorgesehene Energie erreicht haben, werden sie aus der Kreisbahn herausgelenkt und prallen auf ihre Ziele. Im großen Experimentiersaal in Serpuchow stehen viele verschiedenartige Geräte zur Unter-





suchung der Prozesse, die beim Auftreffen der Teilchen ausgelöst werden. Eines davon ist die Blasenkammer, ein mit flüssigem Wasserstoff gefüllter Behälter. In ihr wird ein irrlichterndes Spiel von Lichtspuren sichtbar. In jedem Augenblick wechselt die Szene. Immer wieder neue Lichtspuren entstehen. Meistens sind sie geradlinig, manchmal gekrümmt. Was haben diese Spuren zu bedeuten? Wenn die Protonen den flüssigen Wasserstoff durchfliegen, entstehen Bläschen. Diese Bläsenspuren machen die Bahnen der Protonen sichtbar und markieren, wo ein Atomkern getroffen wird. Daraus enträtseln die Wissenschaftler die Art der Wechselwirkun-

gen, die stattgefunden haben, und die Eigenschaften der Teilchen, die dabei entstanden sind.

In Serpuchow arbeiten nicht nur sowjetische Wissenschaftler, sondern ebenso Forscher aus anderen sozialistischen Ländern sowie Gäste aus kapitalistischen Ländern.

Auch aus der Deutschen Demokratischen Republik reisen Forscher nach Serpuchow und Dubna. Sie haben interessante neue Fragen und Aufgaben ausgearbeitet, die sie gemeinsam mit ihren sowjetischen Freunden an den großen Teilchenbeschleunigern lösen.

# Am kupfernen Faden

Rudolf Bartsch

Die Männer haben Simbirjak zugehört, schweigend und mit unbewegten Gesichtern. Er hat nicht viele Worte gemacht. Er hat die Lage geschildert und beiläufig hinzugefügt, es erübrige sich wohl, auf die Gefährlichkeit des Unternehmens zu verweisen. In Simbirjaks Truppe gibt es keinen Neuling. Alle seine Männer sind in der Tundra bewährte Fahrer und mit den Tücken des Polarwinters vertraut. Die drei, die er im Stützpunkt erreichen konnte, gehören sogar zu seinem Fahrerstamm. Nun ist die Reihe an ihnen. Jeder weiß, worum es geht.

Ein arktischer Sturmwirbel bewegt sich aufs Tschuktschenland zu, sein Zentrum zielt auf die Niederung zwischen dem Tschuktschengebirge und den Anjuibergen, an deren Fuß Bilibino liegt. Der Flugverkehr ist eingestellt. Ein Lastenhubschrauber, der Bilibino noch anfliegen sollte, durfte nicht mehr starten. Jetzt liegt die Ladung hier im Kolymatal. Sie ist aber für Bilibino bestimmt, also muß sie hin. Sonst könnte eine Verzögerung beim Bau des Atomkraftwerks eintreten.

Es gibt nur eine Möglichkeit, Bilibino mit dem notwendigen Material zu versorgen: die Fahrt über die Simnik, die Winterstraße. Doch die ist dreihundert Kilometer lang! Dreihundert Kilometer durch die Polarnacht auf einer in Eis und Schnee tief eingehauenen Rollbahn, das ist alles



andere als eine herkömmliche Autopartie. Und eine solche Fahrt unter der Bedrohung eines arktischen Schneesturms ist ein Unternehmen, vor dem selbst hartgesottene Tundrafahrer ein Frösteln befällt.

Simbirjak sieht jeden einzelnen seiner Männer an, den unteretzten Shukow, der nicht mal am glühenden Ofen seinen Pelzmantel aufknöpft, den langen, seemannsbärtigen Laptew, der offenbar ohne Schlaf auskommt, und Jarak, den jungen Tschuktschen. Der wirft, sobald er einen geheizten Raum betritt, alles ab, was er auf dem Leibe trägt – freilich mit Ausnahme der Hosen. Auch jetzt steht Jarak mit nacktem Oberkörper da, obwohl es nicht gerade warm im Raum ist, denn draußen herrschen minus 32 Grad Celsius. Seine Haut schimmert goldbraun im Lampenlicht, und seine schwarzen Augen blitzen. Simbirjak kennt seine Männer genau. Er weiß, jeder würde es schaffen. Trotzdem denkt er, als seine grauen Augen auf Jarak verweilen: ‚Der Junge wäre in diesem Falle der geeignetste Mann.‘

Jarak ist es auch, der sich als erster meldet, und Simbirjak nickt und greift zum Telefonhörer und ruft in die Muschel, die Sache gehe in Ordnung, man solle den „Seehund“ beladen und das Auftanken nicht vergessen, und dabei bitte er sich ein bißchen Tempo aus.

Jaraks Augen leuchten. Der „Seehund“ ist ein für die kalten Zonen nördlich des Polarkreises ausgerüsteter Sechstonner, ein neues Fahrzeug, geländegängig und robust, und sein Spezialfahrwerk hält extrem niedrigen Temperaturen stand, bei denen normale Autoreifen wie Glas zersplittern. Seit der erste „Seehund“ im Kolyमतal aufgetaucht ist, war es Jaraks Wunsch, einmal diesen Wagen zu fahren.

Shukow und Laptew klopfen Jarak auf die Schulter, ehe sie gehen. Sie wissen, er hätte es ebenso gemacht, wäre an einen von ihnen dieser Auftrag vergeben worden. Sie beneiden Jarak nicht um diese Fahrt; aber sie haben sich wie er bereit erklärt, sie zu unternehmen. Nur ist er ihnen zuvorgekommen. Jarak ist eben ein

Mann rascher Entschlüsse, da kann man nichts machen.

„Wann soll ich fahren?“

„Sobald der ‚Seehund‘ beladen und aufgetankt ist. Dir brauche ich ja nicht zu sagen, was ein Schneesturm hier oben bedeutet.“

„Nein“, sagt Jarak und lächelt.

„Es wäre mir wohler, du wärst schon unterwegs.“

„Der ‚Seehund‘ ist ein guter Wagen.“

Simbirjak sieht Jarak an und grinst. „Aber wie ich weiß, sind die Schneestürme hier oben auch nicht von schlechten Eltern.“

„Es wird sich erweisen, wer besser ist.“ Jarak, der Tschuktsche, nimmt die Dinge so, wie sie kommen, und stellt sich darauf ein. „Entweder der Wagen oder der Schneesturm.“

„Nein“, sagt Simbirjak und kneift die Augen zu, daß die Pupillen nur noch durch zwei winzige Schlitze sichtbar sind. „Du wirst besser sein, Jarak, und daran zweifle ich nicht. Du mußt besser sein, es gibt keine andere Möglichkeit. Noch ist der Sturm nicht da. Er kommt, aber er ist noch nicht über uns. Du gewinnst Zeit, wenn du keine Zeit verlierst.“

„Ich bin bereit“, sagt Jarak.

Der junge Tschuktsche ist am Lenkrad eines Lastwagens ebenso sicher wie auf der Narte, dem Polarschlitten, den er selbst dann noch spielend in der Gewalt hat, wenn die Riemen des Alyks unter dem wütenden Zug der Hunde zu zerreißen drohen. Gefährvolle Situationen scheut er nicht, denn die Herausforderung durch die Natur ist er von Kindesbeinen an gewöhnt, und so hat er gelernt, ihr mit Umsicht, Geschick und seinem kerngesunden Körper zu widerstehen. Freilich würde er nie in einen Schneesturm hineinrennen, nur um zu beweisen, daß er mutig ist. Es müßte schon etwas auf dem Spiel stehen. Und diesmal steht viel auf dem Spiel.

Weil Jarak im Tschuktschenland aufgewachsen ist, weiß er, was das Atomkraftwerk seiner Heimat bringen wird: elektrische Energie, und die

bedeutet Licht, Wärme und Reichtum, den Reichtum, der sich in der Hunderte Meter tief gefrorenen Tschuktschenerde verbirgt: Gold und seltene Erze, den Reichtum, der allen zugute kommen wird und der in der Erde begraben bliebe, hätte der Mensch sich das Atom nicht dienstbar gemacht. Das Atom aber kann hier seine Kraft erst entfalten, wenn das Kraftwerk dafür geschaffen ist. Deshalb bedeutet jede Stockung im Bau des Werkes einen Verlust für das Land und seine Bewohner. In seiner Macht liegt es, diesen Verlust abzuwehren. Wie könnte er, Jarak, da auch nur eine Sekunde lang zögern?

„Noch eins“, sagt Simbirjak, während er sich den Pelz überstreift und die Fellmütze in die Stirn zieht, „mit der letzten Maschine ist ein Mann angekommen. Der Hubschrauber sollte ihn nach Bilibino mitnehmen. Sie warten dort auf ihn. Deshalb wird er mit dir fahren.“

„Was ist das für ein Mann?“

„Ein Arzt aus Moskau“, sagt Simbirjak. „Er heißt Andrej Sergejewitsch Tjorkin. Du wirst dich um ihn kümmern müssen beim Einsteigen und so.“

„Ein kranker Arzt?“ ruft Jarak entgeistert.

„Direkt krank ist er nicht“, antwortet Simbirjak verschmitzt, „nur etwas hilflos, wie ein Kind, das laufen lernt. Andrej Sergejewitsch hat sich auf dem Flug seine Brille zerbrochen. Sorge dafür, daß er sich einen richtigen Pelz geben läßt, sonst friert er vielleicht. Wir haben gestern die Zusatzheizung ausgebaut. Die neue ist vorhin mit dem Flugzeug gekommen, nur eingebaut ist sie noch nicht. Schließlich können wir nicht hexen.“

Um die Mittagszeit verläßt der „Seehund“ mit dumpf brummendem Motor das Kolymatal und rollt auf der Simnik den Anjuibergen entgegen. Der Mond ist aufgegangen und hängt wie eine polierte Platinscheibe tief im Himmel. Fast taghell ist es draußen, und Jarak kann ohne Licht fahren.

Einige Stunden lang werden die Simnik Ur-

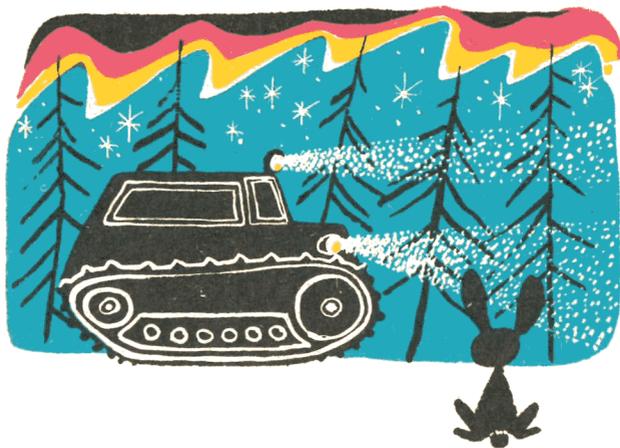
wälder säumen, die kaum eines Menschen Fuß betritt. Es sind Lärchen; sie allein können dieser erbarmungslosen Witterung trotzen. Nur Pelztierjäger durchstreifen das Land auf ihren tagelangen Märschen.

Im Sommer, wenn die Sonne nicht untergeht, taut der gefrorene Boden unter ihren sengenden Strahlen und verwandelt sich in einen riesigen Sumpf, von Milliarden und aber Milliarden Moskitos bevölkert.

Das und manches erzählt Jarak seinem Passagier Andrej Sergejewitsch, der bis auf den Umstand, daß er ohne Brille fast nichts sieht, eigentlich eine Menge Vorzüge hat, wie Jarak findet. Immerhin scheut er sich nicht, als studierter Mann Fragen zu stellen, die ihm jeder Tschuktschenjunge beantworten könnte. Vor allem aber kann Andrej Sergejewitsch herzlich lachen, und wenn er lacht, glänzen seine blauen Augen, als habe er sich heimlich ein paar feurige Wässerchen einverleibt. So ist Jarak über diesen Reisebegleiter ganz froh; mit solch einem munteren Genossen werden ihm die Stunden nicht lang.

Der „Seehund“ rollt, als fühle er sich nur auf Straßen wohl, die wie die Simnik unentwegt ansteigen, als sei er gerade dort in seinem Element, wo er seine mächtige Kraft voll einsetzen muß. Tritt Jarak nur ein wenig stärker aufs Gaspedal, beschleunigt sich der schwere Wagen mühelos, ohne daß der Motor erheblich lauter wird. Sein Gebrumm klingt Jarak wie ein dröhnendes Lied in den Ohren, ein Sturmlied, von dem er oft geträumt hat und das er jetzt dirigiert, er, Jarak, der sich auf der wichtigsten Fahrt seines jungen Lebens befindet. Dessen ist er sich voll bewußt. Er wird sich Simbirjaks Vertrauen würdig erweisen.

So fahren sie Stunde um Stunde. Längst ist der Mond hinter Wolken verschwunden. Die Scheinwerferkegel reißen die Landschaft grell aus der fahlen, schneeigen Dunkelheit. Wind ist angekommen, der pfeifend über den Wagen streicht. Der Schneesturm sendet seine Vorboten aus.



„Wie kalt wird es wohl draußen sein?“ fragt Andrej Sergejewitsch. „Genug, um zu erfrieren“, sagt Jarak schmunzelnd, und der Arzt fügt lachend hinzu: „Um zweimal zu erfrieren!“ „Vierzig Grad“, schätzt Jarak. „Aber Sie können ganz beruhigt sein, Andrej Sergejewitsch, es wird noch kälter.“

„Na, wir sitzen warm und bequem. Wie wär's mit einem heißen Schlückchen?“

Als Andrej Sergejewitsch seine Thermosflasche aufschraubt, schwebt würziger Kaffeeduft durch die Fahrerkabine, und Jarak trinkt dankbar ein paar Schlucke, obwohl ihm der Tee, den er in seinem Proviant mitführt, lieber wäre. Ein Tschuktsche zieht schwarzen Tee jedem anderen Getränk vor, es sei denn, ihm wird russischer Wodka gereicht. Aber das behält Jarak für sich, um seinen angenehmen Passagier nicht zu kränken. Den Wodka wird er mit dem Arzt trinken, wenn sie Bilibino, ihr fernes Ziel, glücklich erreicht und den Auftrag erfüllt haben.

Aber Bilibino ist noch weit, so weit, daß Andrej Sergejewitsch plötzlich verstummt und statt seiner melodischen Stimme ein merkwürdiges Schnauben an Jaraks Ohr dringt, das ihn irgendwie an jenes Geräusch erinnert, mit dem See-robber ins Wasser platschen. Andrej Sergejewitsch schläft ruhig und seelenvoll, und nichts könnte Jarak mehr erfreuen, als das milde Lächeln,

das um des Schlafenden Lippen spielt. Andrej Sergejewitsch fühlt sich sicher in Jaraks Obhut! Nichts anderes besagt dieses Lächeln. Andrej Sergejewitsch hat gemerkt, daß Jarak ein guter Fahrer ist. Und Jarak schaltet noch vorsichtiger und bedient noch sanfter das Gaspedal, um Andrej Sergejewitsch nicht zu wecken.

„Schlaf nur, Genosse, immer schlaf dich aus“, denkt er, „du verpaßt ja nichts, wo du doch sowieso nichts siehst, du mit deiner zerbrochenen Brille.“

Längst haben sie den Wald hinter sich gelassen. Nur hier und da ragt noch eine verkümmerte Lärche auf, krumm und zerzaust und stöhnend im eisigen Winde. Das Scheinwerferlicht huscht über die offene Tundra, tastet an leeren Bergflanken entlang, die im Eis erstarrt sind, und wird immer wieder von der Dunkelheit aufgesogen, in der es jetzt nur ein wachendes menschliches Augenpaar gibt, das unter zusammengezogenen Brauen hervor jeden Schatten wahrnimmt, jede Unebenheit des Bodens, jede Schneewehe, unter der sich ein gähnender Erdriß verbergen kann. Jarak ist doppelt wachsam; er weiß, welch wertvolle Fracht er transportiert, Schweißelektroden und hochempfindliche elektronische Meßgeräte, die unbeschädigt ankommen müssen, denn der Bau des Atomkraftwerks, das seiner Heimat Licht und Leben bringen wird, darf nicht stocken, nicht einen Tag, nicht eine Stunde. Und er ist wachsam, für zwei, jawohl, auch für Andrej Sergejewitsch Tjorkin, der, würde Jarak versagen, in dieser Eiswüste rettungslos verloren wäre.

Und doch macht Jarak einen Fehler.

Andrej Sergejewitschs Kaffee veranlaßt ihn, die Fahrt für ein paar Minuten zu unterbrechen; und wie Jarak noch denkt: ‚Bei Tee wäre mir das nicht so rasch passiert‘, hat er, vielleicht durch diese Überlegung abgelenkt, ganz mechanisch den Motor abgeschaltet. Kein Tundrafahrer macht das, und auch Jarak hat es noch nie gemacht. Als er draußen neben dem „Seehund“ steht, fällt ihm erst auf, daß der Motor

nicht mehr läuft, und er schüttelt über sich selbst den Kopf.

In der plötzlich eingetretenen Stille wird Andrej Sergejewitsch wach, und da er Jarak nicht auf dem Fahrersitz sieht, blickt er durchs Fenster.

„Was machen Sie denn da?“ ruft er.

„Na, der muß aber verdammt starke Gläser brauchen, wenn er nicht mal das erkennt“, denkt Jarak, und mit voller Stimme, denn sonst käme er gegen den Wind nicht an, ruft er zurück: „Was, zum Teufel, werd' ich schon machen, Andrej Sergejewitsch?“

„Ach so“, sagt der Arzt und lehnt sich besänftigt zurück. „Ich dachte schon, wir hätten eine Panne.“

Wieder schüttelt Jarak den Kopf, diesmal über die unbegründete Besorgnis seines Passagiers. Dann steigt er in den Wagen, sagt mit viel Aufmunterung in der Stimme, jetzt hätten sie die Hälfte des Weges hinter sich, und betätigt den Anlasser. Der Motor gibt keinen Ton von sich. Jarak startet ein zweites und ein drittes Mal. Der Motor bleibt stumm, stumm wie eine erlegte, steifgefrorene Robbe. Da wird Jarak bleich.

„Warum springt er nicht an?“ fragt Andrej Sergejewitsch.

„Weiß ich's?“ antwortet Jarak. „Na, das werden wir gleich haben.“

Aber Jarak irrt. Als habe Keje, der böse Geist, an den sein Großvater noch glaubte, die Hand im Spiel, verrinnen die Stunden, ohne daß Jarak den Schaden feststellen kann. Der Frost beißt sich durch die Fellfäustlinge hindurch bis in die Haut und tötet jedes Gefühl in den Fingern. Bald ist es Jarak, als hingen ungefüge Fleischklumpen an seinen Handgelenken. Der Atemdampf vereist sofort in den buschigen Augenbrauen, und das Fett, mit dem sie sich eingeschmiert haben, gerinnt auf ihren Gesichtern und verwandelt sie in stumpfe, leblose Masken. 46 Grad unter dem Gefrierpunkt! Wer bei solchen Bedingungen sich Stunde um Stunde vergebens schindet, muß ein ganzer Mann sein,



soll ihn nicht die blanke Verzweiflung überkommen. Und Jarak ist ein ganzer Mann, obwohl sein Selbstvertrauen wie dünnes Eis zersplittert, denn er weiß nicht, ob es ihm gelingen wird, den Wagen wieder in Gang zu bringen. Aber er erhofft es mit der ihm angeborenen Zähigkeit, und diese Hoffnung läßt ihn nicht erlahmen.

In dieser angespannten Lage erweist Andrej Sergejewitsch sich als ein Mann, der das Herz auf dem rechten Fleck hat. Da der Motor nicht läuft, ist auch die Heizung ausgefallen, und im Innern des Wagens herrscht fast die gleiche Temperatur wie draußen. Andrej Sergejewitsch aber hat den Wagen ohnehin sofort verlassen, als Jarak sich am Motor zu schaffen machte, und wenn er auch nicht viel helfen kann, so ist seine Nähe für Jarak doch von Wert. Denn Andrej Sergejewitsch, dem vor Kälte die Zähne aufeinanderschlagen, findet immer wieder ermutigende Worte, und als Jarak, um besser zupacken zu können, den Fellfäustling abstreift, kann Andrej Sergejewitsch sich wenigstens als Arzt nützlich machen. Jaraks Fingerkuppen kleben sofort an dem eisigen Metall fest. Als er die Hand zurückreißt, starrt er auf das blanke Fleisch an seinen Fingern, dessen Blut sofort gefriert. Andrej Sergejewitsch versorgt die Wunde mit flinken, kundigen Händen, und im Licht des Handscheinwerfers glaubt er verschwommen

ein Lächeln auf Jaraks Gesicht wahrzunehmen, aber es kann auch nur ein Reflex sein, ein Zucken, ein Ausdruck des Schmerzes oder des bitteren Grolls über seine Ohnmacht.

Die Lichtanlage funktioniert, alle Kontakte sind in Ordnung, auch die Kabel zum Anlasser sitzen straff – und doch springt der Motor nicht an! Wo nur liegt dieser verdammte, heimtückische, teuflische Fehler?

Und sie liegen fest, mitten in der Tundra, mehr als hundert Kilometer von Bilibino und Dutzende von der nächsten menschlichen Siedlung entfernt!

„Wir müssen den Fehler finden!“ schreit Jarak; er ist fast am Ende seiner Nervenkraft.

„Natürlich müssen wir, was sonst?“ brüllt Andrej Sergejewitsch, wobei er wie ein Schamane herumstampft und sich die Arme um den Oberkörper schlägt. „Denkst du, bei diesem Wetter kommt ein Spezialist die Simnik heraufstolz, wo sich nicht einmal ein Fuchsschwanz blicken läßt?“

Nein, mit fremder Hilfe rechnet Jarak nicht, nicht in dieser Nacht, die eine der gefürchteten Nächte ist, in denen die Tschuktschen sich in ihren Jarangen verkriechen und besorgt dem Geheul des Sturmes lauschen. Keinen Schlittenhund spannt man in solcher Nacht vor die Narte, und erst recht schickt man keinen Wagen auf Tour. Der einzige Wagen, der in dieser Nacht auf Fahrt gehen mußte, ist unterwegs, das heißt, er ist nicht mehr unterwegs, er steht, bewegungslos wie eine an Land gezogene Fellbaidare, weiß Gott, wie ein Tschuktschenboot, daß sich ohne Wasser nicht fortbewegen kann.

Und doch soll geschehen, was beide nicht erwarten.

„Hör mal!“ ruft Andrej Sergejewitsch plötzlich. Er ist sich gar nicht bewußt, daß er mit voller Lungenkraft gegen den Sturm anbrüllt, ein normal gesprochenes Wort würde ungehört ersticken. Und es kommt ihm auch nicht in den Sinn, daß er Jarak mit du anredet.

„Hör mal, war da nichts?“

„Das Gewehr!“ schreit Jarak. „Schnell, neben meinem Sitz!“

„Ein Gewehr?“ sagt Andrej Sergejewitsch verblüfft, ohne sich von der Stelle zu rühren – in Moskau pflegt man keine Gewehre auf eine Transportfahrt mitzunehmen.

Jarak taumelt an ihm vorbei, erklimmt die Fahrerkabine und hat in der Tat ein Gewehr in der Hand, das er noch auf dem Trittbrett abfeuert – einmal, zweimal, dreimal. Der Hall der Schüsse bricht sich in den Bergen. Jarak lauscht.

Andrej Sergejewitsch will fragen, was das bedeuten soll. Er kommt nicht dazu. Schemenhaft gleitet etwas auf ihn zu und hält dicht neben ihm – ein Polarschlitten mit zwölf hechelnden Hunden.

„Tschogaje!“ schreit Jarak und turnt aus der Fahrerkabine. Er stapft auf einen alten Tschuktschen zu, der, in dicke Pelze gemummt, auf seiner Narte sitzt und mit dem Bremsstock die unruhigen Hunde, die die Siedlung wittern, zurückhält.

„Jarak!“ ruft der alte Tschuktsche, als er den jungen Mann erkennt, und deutet mit der Hand fragend auf den stehenden „Seehund“.

„Wir kommen nicht weiter“, schreit Jarak.

Tschogaje nickt. „Eine Maschine ist kein Schlittenhund. Sie hat viele Geheimnisse. Gib einem Hund fettes Robbenfleisch, und er rennt wie der Wind. Gib einer Maschine genug zu saufen, und sie rührt sich trotzdem nicht vom Fleck. Die Maschinen sind gut, aber eigensinnig wie launische Mädchen.“

Andrej Sergejewitsch versteht von alledem kein Wort, denn die Tschuktschensprache beherrscht er nicht, aber wenn er sie verstünde, würde er dem alten Tschogaje widersprechen. Der „Seehund“ erscheint ihm im Augenblick nicht wie ein launisches Mädchen, sondern wie eine bösertige Hexe.

„Laß die Maschine stehn“, ruft Tschogaje. „Setz dich mit deinem Genossen auf meine Narte. In meiner Jarange ist es warm. Hier aber werdet ihr erfrieren.“

„Nein“, schreit Jarak, „ich muß nach Bilibino!“ Und dann ruft er einen Satz, dessen Tragweite er im Moment gar nicht erfaßt. Wäre er nicht so erregt, würde ein solch hochtrabender Satz nie über seine Lippen kommen. Er ruft: „Der Bau des Atomkraftwerks hängt davon ab!“ Wieder nickt der alte Tschogaje. Das Atomkraftwerk wird Licht und Segen ins Tschuktschenland bringen, und wenn das von Jarak abhängt, dann muß er mit dem Wagen nach Bilibino, daran ist nicht zu rütteln. Wenn das launische Mädchen auf gutes Zureden nicht hört, muß Jarak es eben überlisten. Ein Weg findet sich immer.

„Tu mir einen Gefallen, Tschogaje“, schreit Jarak gegen den Sturm. „Nimm den Doktor mit in deine Jarange. Vielleicht komme ich hier nicht weg, und wenn der Sturm einige Tage anhält...“ Jarak verstummt, und Tschogaje weiß, warum – ein Tschuktsche beschwört den Geist des weißen Todes nicht, und Jarak ist ein Tschuktsche.

Als Tschogaje Andrej Sergejewitsch einen Platz auf seiner Narte einräumt und ihn mit einer Handbewegung einlädt, mit ihm zu fahren, blickt der Arzt Jarak fragend an, bis er den Sinn dieser Geste begreift. Da drückt seine Miene eine solche Fassungslosigkeit aus, daß Jarak die Augen zu Boden senkt. Doch Andrej Sergejewitsch ist nicht gekränkt von Jaraks Zumutung, er solle sich in Sicherheit bringen und Jarak in der eisigen Wüste sich selber überlassen. Er ist gerührt. Und so tritt er an Jarak heran, legt ihm den Arm um die Schulter und murmelt: „Nur keine Bange, mein Junge. Du wirst es schon schaffen, und da möchte ich schließlich dabei sein.“

Und obwohl Jarak die Worte nicht versteht, denn der Sturm hat sie Andrej Sergejewitsch von den Lippen gerissen, ahnt er doch ihre Bedeutung. Als Tschogaje in der Finsternis der Polarnacht verschwindet, beugt er sich erneut über den Motor. Die Gewißheit, nicht allein zu sein in dieser unendlichen, leblosen, tödlichen Einsamkeit, gibt ihm neue Kraft.

„Da“, sagt Andrej Sergejewitsch, der zu erschöpft ist, um noch rufen zu können, und stößt Jarak an die Schulter, „nimm einen Schluck. Das ist immerhin der erste Wodka, den wir zusammen im Leben trinken.“

Jarak kann die Flasche nicht halten, und Andrej Sergejewitsch setzt sie ihm an die Lippen. „Danke“, murmelt Jarak und versucht zu lächeln; aber ihm ist, als sei sein Gesicht aus Eis, das beim Lächeln zerspringen würde.

Wieviel Zeit mag vergangen sein, seit Tschogajes Narte in die Nacht zurückgeglitten ist? Eine Stunde, zwei? Oder war er gar nicht bei ihnen gewesen, der alte Tschuktsche? Hatte ein Spuk sie genarrt? Hatten ihre überreizten Sinne ihnen einen hämischen, aberwitzigen Streich gespielt? ...

Andrej Sergejewitsch hört kein Hundegebell. Seine Ohren sind wie taub. Selbst das Heulen des Schneesturms dringt an sein Gehör, als werde es von Wattewänden gedämpft. Auch seine Augen versagen ihm den Dienst; er nimmt kaum noch Umriss wahr. Als Jarak spürt, wie der Arzt sich quält, schickt er ihn in die Fahrerkabine, und diesmal duldet er keinen Widerspruch. Im Wagen wickelt Jarak Andrej Sergejewitsch in alle verfügbaren Decken ein. Hier ist er wenigstens vor dem Sturm geschützt.

Als Jarak mühsam aus dem Wagen klettert, verharret er jäh. Bellte da nicht ein Hund? Nein, es war nur der Sturm. Doch nun wieder, Laute wie Hundegebell, das Gekläff vieler Hunde, einer ganzen, wild herantobenden Meute. Ein Wolf kann Jarak nicht täuschen, dennoch greift er zum Gewehr.

Dann, wenige Augenblicke später, ist Tschogaje wieder da, und seiner Narte folgen sechs Schlittengespanne. Hoch spritzt der Schnee auf, als die Bremsstöcke sich zwischen den Kufen in den Boden bohren. Dick verummte Männer springen von den Narten, die sie sofort zu entladen beginnen. Sie haben an alles gedacht, die Tschuktschenmänner aus Ust-Tenje, an Zeltplanen, Rentierfelle, Brennholz und Tranfackeln.

Sogar einen Petroleumofen haben sie mitgebracht! Und Jarak schleppt sich zu Tschogaje und drückt ihm beide Hände. Nun hat er Gewißheit, daß er Bilibino erreichen wird!

Gegen den Sturm ankämpfend, errichten die Tschuktschen eine Notbehausung, gespenstisch beleuchtet von den qualmenden Tranfackeln und dem gelben Licht des Handscheinwerfers. Als sie dann im Innenzelt um den bullernden Petroleumofen sitzen und zu fettem Robbenfleisch heißen Tee schlürfen, während der Sturm wütend am Außenzelt zerrt, fordert der alte Tschogaje Jarak auf: „Sag deinem Freund, dies ist keine gute Jarange. Aber es mußte schnell gehen.“ Jarak übersetzt Tschogajes Worte ins Russische, und Andrej Sergejewitsch antwortet verschmitzt: „Dies ist die beste Jarange, die ich mir vorstellen kann.“

Die Tschuktschen lachen beifällig. Sie wissen, was sie geleistet haben.

Ob Jaraks Gefährte, der Genosse Ingenieur, ihnen nicht etwas über das Atomkraftwerk erzählen wolle, fragt ein Alter in einem prächtigen Seehundpelz, und die Männer blicken Andrej Sergejewitsch erwartungsvoll an.

„Andrej Sergejewitsch ist Arzt“, sagt Jarak und hebt augenblinzelnd die Hand mit den bandagierten Fingern, „für heute sozusagen mein Leibarzt.“

Wieder lachen die Tschuktschen. Andrej Sergejewitsch widmet sich seinem Tee. Er bedauert sehr, daß er die Tschuktschensprache nicht versteht.

„Wo hätte man früher auf der Simnik einen Arzt angetroffen“, sagt der Alte im Seehundpelz.

„Wo hat es früher die Simnik gegeben?“

„Wenn das Atomwerk arbeitet“, sagt Tschogaje, „wird die Simnik nicht mehr die Simnik sein. Sie wird ihre Schrecken verloren haben, selbst in der Polarnacht. Sie wird beleuchtet sein mit elektrischem Licht, und an ihr entlang werden Siedlungen entstehen, jede ein paarmal größer als unser Ust-Tenje, viel größer als unser Ust-Tenje. Nicht wahr, Jarak, so wird es sein.“



„Und in jedem Haus wird es warm sein wie in der besten Jarange, warm ohne Feuer“, sagt ein anderer, „und es wird Zimmer geben, wo aus der Wand heißes Wasser fließt.“

Jarak nickt. „So wird es sein.“

Nun muß er auf Tschogajes Geheiß dolmetschen, damit der Doktor am Gespräch teilnehmen kann, denn auch er möge sagen, wie er über das Atomwerk denkt. Andrej Sergejewitsch lauscht Jaraks Worten und fügt schmunzelnd hinzu: „Und es wird Rosen geben, duftende rote Rosen.“

„Auf unserer Erde gedeihen solche Blumen nicht“, sagt der Alte im Seehundpelz.

„O doch“, erwidert Andrej Sergejewitsch, „es



werden auch Rosen hier gedeihen. Man wird Häuser für sie errichten, helle, gläserne Häuser, in denen es warm ist wie im Frühling in der Ukraine. In ihnen werden Früchte wachsen, aber auch Rosen. Das Leben wird nicht nur leichter und reicher, es wird auch schöner sein. Blumen gehören dazu. Ich weiß bestimmt, daß es auch Blumen geben wird. Ohne Blumen würde mir etwas im Leben fehlen. Und ich bin doch gekommen, wie ihr seht.“

Die Tschuktschen nicken schweigend, auch der Alte im Seehundpelz. Der Arzt ist gekommen, er sitzt ja leibhaftig unter ihnen; also wird es im Tschuktschenland auch Rosen geben.

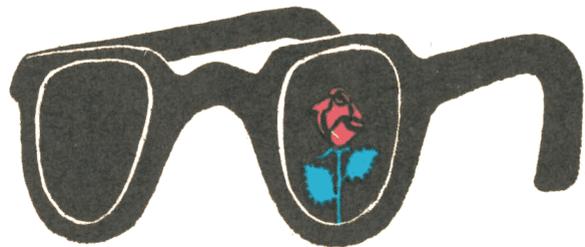
Als Jarak die Ursache der Panne endlich gefunden hat, brechen die Helfer auf. Ein Schlittengespann nach dem andern entschwindet auf fauchenden Kufen. Als letzter fährt Tschogaje, und kaum ist sein Abschiedsruf verhallt, ist um die beiden zurückbleibenden Männer wieder die Polarnacht mit ihrer Einsamkeit und dem vielstimmigen Gebrüll des Schneesturms. Das Kabel, das zum Anlasser führt, war in der Isolierung gerissen. Mit seinen in der Wärme wiedererwachten, geschmeidig gewordenen Fingern hatte Jarak die schadhafte Stelle aufgespürt.

„Da, Andrej Sergejewitsch, schau sie dir an, diese Teufelei!“ ruft er.

„Wie sollte ich ... ohne meine Brille“, ruft Andrej

Sergejewitsch zurück. Ihm genügt vollauf, daß er das Brummen des Motors wieder hört. Stunden später kommen sie in Bilibino an, todmüde und mit schmerzenden Gliedern, und wenn der Stolz, dem Polarsturm getrotzt zu haben, ihnen auch nicht aus den Gesichtern leuchtet, denn dazu sind sie zu erschöpft, so klingt er doch in Jaraks Worten an: „Andrej Sergejewitsch, wir haben es geschafft!“

„Das war also ein Schneesturm in der Polarnacht“, sagt Andrej Sergejewitsch und lächelt. „Nur schade, daß ich die Polarnacht erleben mußte, ohne sie richtig zu sehen. Aber vielleicht war das gut. Vielleicht hätte ich sonst Angst bekommen vor dieser weiten, eisigen Einsamkeit. Wer weiß? Na, jedenfalls muß ich mir als erstes eine neue Brille beschaffen. Und das wird nicht ganz einfach sein hier oben im hohen Norden. Ich bin nun mal auf Moskauer Brillen eingeschworen.“



# Fahrt ohne Spur

Karl Rezac



Im Jahre 1930 betrat der Polarforscher Sir Hubert Wilkins das Kriegsministerium der USA und erklärte, er wolle ein Unterseeboot kaufen. „Ich plane eine große Sache. Ich will unter das arktische Eis tauchen und zum Nordpol vorstoßen.“

Ein kühner Gedanke. Aber welche Marine verkauft Unterseeboote an Privatleute? Sir Wilkins bekam eins, und zwar so gut wie geschenkt: Er bezahlte einen ganzen Dollar. Was war das Geheimnis dieses Geschäftes?

Der Nordpol, ein Punkt auf der Landkarte, liegt mitten im Nördlichen Eismeer, umschlossen von den Küsten der USA und der Sowjetunion. Das Meer ist größtenteils zugefroren – eine unwirtliche, von Stürmen heimgesuchte Eiswüste. Und der Pol? Was könnte der US-Marine daran gelegen haben, ob Sir Wilkins dorthin kam? Noch dazu unter Wasser?

Gelänge es, das Packeis zu unterqueren, so würde das den Weg ins Nordpolarmeer abkürzen. Amerikanische U-Boote könnten im Kriegsfall die sowjetischen Handelsrouten zwischen Murmansk und Archangelsk, dem Ob und dem Jenissei blockieren. Diesen Plänen der US-Militärs kam Wilkins' Forscherdrang gerade recht.

Im Juni 1931 lief das U-Boot in die offene See aus. Über dem Kommandoturm war eine ge-

zahnte Stahlschiene montiert, die das Boot vor Havarien mit der Eisdecke schützen sollte. Aus dem Deck ragte eine gefederte Stange zehn Meter in die Höhe; sie sollte alarmieren, wenn das Boot dem Eis zu nahe käme.

Unter der Back hauste ein bunt zusammengewürfeltes Volk: arbeitslose Seeleute und Abenteurer, die die große Heuer angelockt hatte.

Die Fahrt aber endete mit einer Havarie, noch vor der Packeisgrenze. Das arktische Eis blieb vorerst unbezwungen: Ebenso enttäuscht wie Wilkins dürften die US-Militärs gewesen sein. Nun, aufgeschoben war nicht aufgehoben.

Im Jahre 1954 lief in den USA ein ungewöhnlich großes Unterseeboot vom Stapel. Es erhielt den Namen „Nautilus“. Am Ausrüstungskai wurde ihm eine neuartige Anlage eingebaut, das Herz der „Nautilus“ – ein Kernreaktor als Energiequelle des Bootes. Damit besaßen die USA ein mit Kernenergie betriebenes Wasserfahrzeug; keinen Eisbrecher, kein Forschungsschiff, sondern ein Kriegsschiff, das erste Atom-U-Boot der US-Marine. Bei Probefahrten auf See wurde es getestet. Inzwischen befanden sich 13 weitere Atom-U-Boote in Bau. Dies geschah sehr eilig. Seit langem schon spielen sich die USA-Imperialisten als Weltgendarm auf. Aber auf den Kontinenten wuchsen die sozialistischen Staaten und die revolutionären Befreiungsbewegungen. Die USA antworteten mit Aufrüstung: Um die Sowjetunion und die nach Freiheit und Unabhängigkeit strebenden Völker zu erpressen, sollten Atom-U-Boote die Weltmeere kontrollieren und die über den Erdball verteilten amerikanischen Flottenstützpunkte verstärken. Das war eine ständige Bedrohung des Weltfriedens.

Im Januar 1958 erhielt der Kommandant der „Nautilus“, Fregattenkapitän Anderson, einen Telefonanruf aus dem Kriegsministerium. Er wurde zu Vizeadmiral Daspit befohlen, dem Chef der U-Boot-Flotte. Das Thema sei heikel; man könne am Telefon nicht darüber reden. Anderson bestieg den Zug nach Washington.

Er wurde bereits erwartet. Der Vizeadmiral ver-



schloß sein Arbeitszimmer, dann fragte er: „Halten Sie es für möglich, mit Ihrer ‚Nautilus‘ die Arktis und den Pol zu unterqueren?“

Anderson war nicht überrascht. Ein alter Plan: Glücke die Unterquerung der Arktis, so könnten Raketenträger unter dem Eis patrouillieren. Ein großer Teil der Sowjetunion läge dann ständig in der Reichweite amerikanischer Raketen. Schon im August 1957 hatte Anderson versucht, mit der „Nautilus“ zum Pol zu tauchen. Das Boot war 180 Seemeilen vom Pol entfernt, als die Nadel des Kompasses wild ausschlug. Ein Defekt hatte ihn gezwungen, umzukehren.

Jetzt erwiderte er seinem Vorgesetzten nach kurzem Überlegen: „Ich halte die Unterquerung durchaus für möglich!“

In zügiger Unterwasserfahrt legte die „Nautilus“ die 3000 Seemeilen von Hawaii bis an den Packeisrand zurück. Am Morgen des 1. August fand Anderson in der Barrow-Senke ein Schlupfloch unter dem Eis. Hier war das Wasser tief genug, und die „Nautilus“ konnte gefahrlos unter die größten Eisschollen tauchen. In 100 Meter Tiefe lief sie dem Nordpol entgegen. Am 3. August, kurz nach 23.00 Uhr, trat Anderson ans Mikrofon. „An alle Männer der Besatzung! Der Nordpol liegt vier Kabel voraus.“ Anderson hatte sich einige feierliche Worte zurechtgelegt, die seine Besatzung für die überstandenen Strapazen

entschädigen sollten. In der Messe schaltete man die Musikbox ab, über das Boot senkte sich Stille. Um 23.15 Uhr ruckte der Zeiger des Navigationsgerätes auf „Null“; der Pol war erreicht.

Nach 96stündiger Fahrt kam die „Nautilus“ in der Grönlandsee unter dem Eispanzer hervor. In New York empfing man die Besatzung mit Konfettiregen. Ihre seemännische Leistung war gewiß beachtlich, doch sie hatte einen Auftrag erfüllt, der einer gefährlichen Kriegspolitik diente. Die Atom-U-Boote der USA wurden nun zur „Superwaffe“ erklärt, zur „Faust unter Wasser“. Wen soll diese Faust treffen? Amerikanische „Polaris“-Raketen, aus der Grönlandsee von Atom-U-Booten abgefeuert, können die Städte Leningrad, Moskau, Omsk erreichen. . .

Moskau 1966. Der XXIII. Parteitag der KPdSU berät. Der Mann, der am Rednerpult steht, trägt die Uniform eines Marschalls der Sowjetarmee. Sein Gesicht ist von Lebenserfahrung und Ernst gezeichnet: Verteidigungsminister Rodin Malinowski trägt eine hohe Verantwortung für die Sicherheit seines Landes, für den Sozialismus, für den Frieden.

Ruhig und sachlich legt er Rechenschaft ab: „In den letzten Jahren ist die Zahl der Fernfahrten unserer Atom-U-Boote auf das Fünffache gestiegen. Unsere Flotte zeigte ihre Fähigkeit, alle Kampfaufgaben in den Weiten der Ozeane, von der Arktis bis zur Antarktis, zu lösen.“

Während der greise Marschall vor dem Parteitag spricht, befindet sich fern von Moskau eine Gruppe sowjetischer kerngetriebener Unterseeboote auf dem Marsch. In den Tiefen der Weltmeere fährt dieser Verband rund um die Erde. Es sind Boote modernsten Typs: leistungsfähig, schnell, gefechtsstark. Sie werden kommandiert von Konteradmiral Sorokin, einem erfahrenen U-Boot-Mann, Sohn eines Arbeiters.

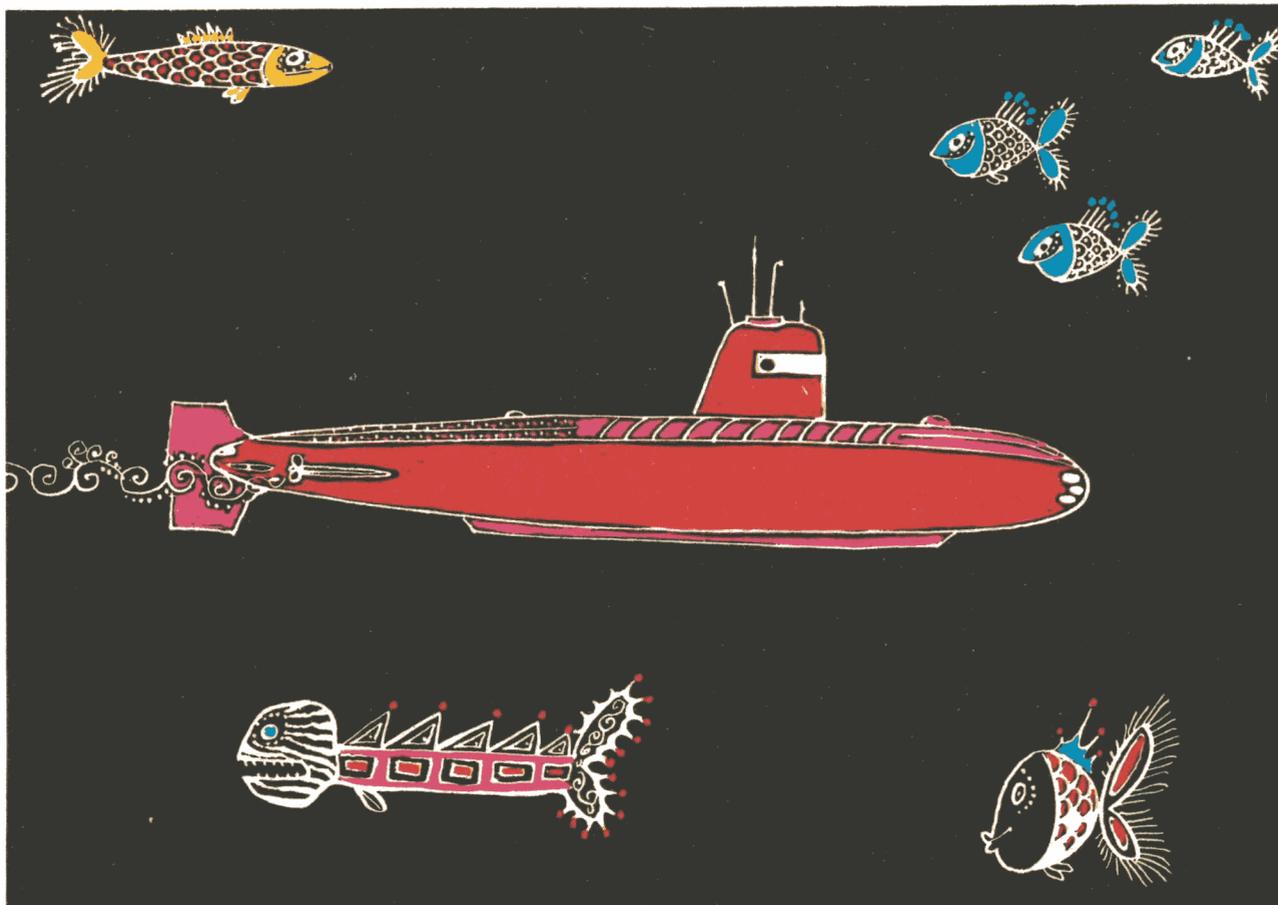
Mit dieser Gruppenfahrt wird der „Blaue Verteidigungsgürtel“ vollendet, ein lückenloses System von Flottenkräften der UdSSR. Er schützt das sozialistische Lager. Die sowjetische Kern-

kraft-Unterseeflotte, weit über 100 Boote, erfüllt dabei wichtige Aufgaben.

Die amerikanischen Marinebehörden hatten anfangs geglaubt, die Sowjetunion besäße keine Atom-U-Boote. Sie hatten sich, wie schon oft, geirrt. Sowjetische Techniker haben das erste Kernkraftwerk der Welt errichtet, haben den ersten Atom-Eisbrecher der Welt konstruiert. Meinte man in den USA, diese Techniker könnten keine Atom-Unterseeboote bauen?

Es war im Winter 1957, lange vor dem Tag, an dem der amerikanische Fregattenkapitän Anderson in das Kriegsministerium befohlen wurde. Über Murmansk lag die Polarnacht. Im Hafen

der sowjetischen Marine richteten sich Scheinwerfer auf den Rumpf eines großen Unterseebootes, das von der Pier ablegte. Auf dem hohen Turm stand der Kommandant mit der Brückenwache. Langsam schob sich das Boot an der Hafenumole vorbei. Am Molenkopf warteten der kommandierende Admiral und sein Stab. Die Offiziere salutierten, dann verschwand das Boot in der Nacht. Ein sowjetisches Kernkraft-U-Boot ging auf große Fahrt. In einer Nonstopfahrt unter Wasser lief das Boot von der Arktis zur Antarktis, kreuzte unter dem Eis und kehrte nach Murmansk zurück. Keine Spur bezeichnete seine 30 000 Seemeilen lange Fahrt, kein Auf-



klärungsflugzeug, keines der NATO-Ortungsgeschäfte faßte es auf. Dies geschah, als die „Nautilus“ ihre ersten Versuchsfahrten unter dem Polareis wagte.

Einige Zeit später stach ein sowjetisches Kernkraft-U-Boot, von Hilfsschiffen begleitet, in See.

Die Schiffe stoppten im Operationsgebiet. Das mächtige U-Boot verschwand mit einem überraschend schnellen Tauchmanöver in der See. Hier sollte der erste Unterwasserstart einer sowjetischen Kampfrakete erfolgen. Während Marineflieger aufstiegen, um den Flug des Projektils zu kontrollieren, wurden in der Raketenabteilung des U-Bootes die letzten Kontrollen vorgenommen. Im Raketenleitstand warteten die Offiziere auf den Zeitpunkt zum Start. Auf den Begleitschiffen herrschte fieberhafte Tätigkeit. Wissenschaftler und Offiziere hatten die Funkmeßstationen besetzt, Filmkameras und Ferngläser wurden aufs Meer gerichtet. Da schoß aus dem Wasser, auf die Sekunde genau, ein schlanker Raketenkörper. Flammen schlugen aus den Heckdüsen. Für Sekunden stand das Riesenprojekttil in der Wolke von Verbrennungsgasen und Dampf, stieg auf, gewann rasch an Höhe, bis es als Punkt am Himmel verschwand. Im U-Boot und auf den Schiffen wartete man voller Spannung, dann kam die Nachricht, die Rakete habe ins Zielgebiet getroffen. Mit derart ziel-sicheren Raketen ausgerüstet, waren die sowjetischen U-Boote die stärkste Kampfkraft in den Ozeanen.

Im Januar 1963 berichtete die „Iswestija“ über ein sensationelles Ereignis: Ein sowjetisches Kernkraft-U-Boot, die „Leninski Komsomol“, war unter dem arktischen Eis zum Nordpol vorgestoßen und an einer eisfreien Stelle aufgetaucht. Sowjetische Matrosen hatten am Nordpol ihre Staatsflagge gehißt.

Die Offiziere der US-Marineleitung lasen diesen Bericht mit Unbehagen; auf den Chef der Unterwasserstreitkräfte der USA wirkte er niederschmetternd. Nicht nur wegen der roten Fahne

am Nordpol; dieses sowjetische U-Boot zählte anscheinend zum Modernsten, was es auf der Welt gab. Noch dazu handelte es sich um ein Jagdunterseeboot, dazu bestimmt, im Kriegsfall die raketentragenden „Polaris“-U-Boote der USA, die „Faust unter Wasser“, aufzuspüren und zu vernichten.

Der amerikanische Vizeadmiral hatte genug gelesen; er warf den Artikel auf den Tisch und trat an eine der großen Landkarten, die die Wände seines Zimmers bedeckten. Dort, über dem Eis, wehte nun eine rote Fahne. Auch dort. Der sowjetische Kommandant, ein Fregattenkapitän Shilzow, hatte sein Boot nach ausgedehnten Kreuzfahrten unter der Arktis ohne Havarie in den Heimathafen gesteuert. Und am Pol hatten die Sowjets sogar Zeit gehabt, eine Riesentorte zu backen, weil irgendein Pawel Shilzow ausgerechnet Geburtstag haben mußte ...

War das die erste sowjetische Polunterquerung? Der amerikanische Vizeadmiral schüttelte den Kopf. Das sah nach einer reinen Routinefahrt aus. Und nichts hatte man in den USA gemerkt. Spurlos huschten sowjetische Boote unter das Eis, manövierten, stellten den angenommenen Gegner ... dann verschwanden sie ebenso spurlos. Kein Zweifel: Sowjetische U-Boote kontrollierten das Nordpolarmeer ...

Die Enttäuschung der US-Militärs ist begreiflich.

Die Unterwasserfahrt sowjetischer Kernkraft-U-Boote rund um die Erde beweist, daß unter der roten Flagge mit Hammer und Sichel die leistungsfähigsten Kernkraft-U-Boote fahren. Hervorragende Seeleute, verantwortungsbewußte Soldaten fahren auf diesen Booten. Die Weltmeere gehören nicht dem amerikanischen Weltgendarm. Ob im Nordpolarmeer, im Atlantik, im Pazifik oder im Mittelmeer: Sowjetische Atom-U-Boote sind in ständigem Einsatz für die Sicherung des Weltfriedens.

# Das Kraftwerk im Nordmeer

Siegfried Dietrich



Es war ein alter Wunsch der Seefahrer, den beschwerlichen Weg von Europa nach den Handelsplätzen Ostasiens zu verkürzen. Ein Jahr, manchmal noch länger, dauerte die Reise um die Südspitze Afrikas, durch den Indischen Ozean und das Südchinesische Meer zum Stillen Ozean und weiter nach Wladiwostok, Sachalin oder Kamtschatka. Ein kürzerer Weg führte durch das Eis des Nordpolarmeeres. Doch das zu bezwingen schien unmöglich. Fast 500 Jahre lang suchten Russen, Skandinavier, Engländer, Holländer und Österreicher nach dem sagenhaften Nördlichen Seeweg; immer weiter stießen sie ins Unbekannte vor, doch zum Ziel kamen sie nicht.

1914 rüstete der russische Polarforscher Wilkizki eine neue Expedition aus, und es gelang ihm, von Wladiwostok aus auf dem Seeweg Archangelsk zu erreichen. Wohl mußte er mit seinem Schiff im Packeis überwintern, doch die Nordöstliche Passage war gefunden! Trotzdem dauerte es noch 17 Jahre, bis zum erstenmal ein Schiff die 11 250 km lange Strecke ohne Überwinterung bezwang. Dieses Schiff war der sowjetische Eisbrecher „Sibirjakow“.

Jetzt lohnte es, den Nördlichen Seeweg planmäßig auszubauen, und das tat die Sowjetregierung. Ein Netz von Wetter-, Funk- und Eisüberwachungsstationen entstand, dazu kamen Flugplätze für Beobachtungs- und Lotsenflug-

zeuge sowie Versorgungsbasen für die Eisbrecher, die den Frachtschiffen den Weg bahnen sollten. Schon wenige Jahre nach der historischen Reise der „Sibirjakow“ war es möglich, den Nördlichen Seeweg für 90 bis 100 Tage im Jahr zu befahren, von Anfang Juli bis Ende September.

Volkswirtschaftlich bedeutete das nicht nur eine riesige Kosteneinsparung, denn der Wasserweg ist um ein vielfaches billiger als der Landtransport, darüber hinaus konnten jährlich Tausende Kilometer Schienenstrang von nun an für die Dauer von drei Monaten anderweitig genutzt werden, hauptsächlich für die wirtschaftliche Erschließung des Fernen Ostens der Sowjetunion. In Sibirien entstanden gewaltige Industriezentren und Städte, in der Oblast Kamtschatka wuchsen riesige Kombinate. Sachalin wurde zu einem Zentrum der Holzverarbeitenden und der Nahrungsmittelindustrie, des Maschinenbaues und des Bergbaues sowie der Metallurgie. Die Schifffahrt gewann für diese Gebiete immer mehr an Bedeutung.

Drei Monate eisfreies Wasser im Jahr, das wurde bald zuwenig. Doch selbst dem stärksten Eisbrecher sind Grenzen gesetzt, da die großen Treibstoffmengen innerhalb von vier bis acht Wochen verbraucht sind. Dann muß das Schiff umkehren und eine Versorgungsbasis anlaufen. Bis es seine frühere Position wieder erreicht hat, ist der arktische Winter hereingebrochen und das Packeis zur unüberwindlichen Schranke geworden. Die Atomenergie eröffnet hier neue Möglichkeiten.

Die Sowjetregierung entschloß sich, einen Atomeisbrecher, das erste nichtmilitärische atomgetriebene Schiff der Welt, zu bauen und auf dem Nördlichen Seeweg einzusetzen. Dieser 16 000 BRT große Eisbrecher, welcher den Namen Lenins trägt, ist der stärkste der Welt. Seine Geschwindigkeit im eisfreien Wasser beträgt 18 Knoten, das sind knapp 34 km/h. Eis bis zu einer Mächtigkeit von 2,5 Metern zermalmt er mühelos und bewegt sich dabei in



ununterbrochener Fahrt mit einer Geschwindigkeit von 10 Knoten je Stunde vorwärts. Stärkeres Eis bezwingt die „Lenin“, indem sie ihren Bug auf die Eisbarriere schiebt und diese zerdrückt.

Ein normaler Schiffsrumpf hält diese Belastung selbstverständlich nicht aus, daher ist ein Eisbrecher gepanzert; ein so starker wie der Atomeisbrecher „Lenin“ ganz besonders. Die Stärke seines Eisschutzgürtels aus hochfestem Spezialstahl beträgt am Bugteil 5,2 cm, in der Mitte 3,6 cm und am Heck 4,4 cm. Trotzdem, Sicherheit geht über alles: Die „Lenin“ ist mit einem System von Längs- und Querschotten versehen, welches das Schiff unsinkbar macht.

Der Atomeisbrecher „Lenin“ wurde im Herbst 1956 auf Kiel gelegt und trat am 12. Dezember 1959 seine Jungfernfahrt an. Seitdem hat er mehr als 160 000 km in arktischen Gewässern zurückgelegt. Ein atomgetriebenes Schiff benötigt nur kleinste Treibstoffmengen, der Atomeisbrecher „Lenin“ beispielsweise 300 g Uran in 24 Stunden, und das bei voller Maschinenleistung. Deshalb steht ein großer Teil des Raumes, den bei Eisbrechern mit Ölfeuerung die Ölbunker einnehmen, bei der „Lenin“ als Lagerraum für Trinkwasser und Lebensmittel zur Verfügung. Dadurch wird das Schiff völlig unabhängig von Versorgungsbasen. Die „Lenin“, deren Reaktoren nur alle drei Jahre mit neuem Kern-

brennstoff versorgt werden, kann sich ein volles Jahr lang ununterbrochen auf See bewegen, ohne daß Wasser, Lebensmittel und andere Vorräte ergänzt werden müssen. Diese Unabhängigkeit, gepaart mit der gewaltigen Kraft der Antriebsaggregate und einem ungewöhnlich widerstandsfähigen Schiffskörper, erlaubte es, den Nördlichen Seeweg für zwei Monate länger offenzuhalten, insgesamt also 150 bis 160 Tage im Jahr, je nach den Eisverhältnissen.

So brachte der Einsatz eines Atomeisbrechers, trotz der hohen Bau- und Betriebskosten, einen enormen volkswirtschaftlichen Nutzen. Der Nördliche Seeweg wird nicht nur von den sowjetischen Schiffen genutzt. Neben Schiffen aus der DDR und Volkspolen sind es vor allem finnische Frachter, französische und britische Schiffe, die sich den Konvois, die von der „Lenin“ angeführt werden, anschließen.

Obwohl der Atomeisbrecher „Lenin“ Vorräte für ein volles Jahr mit sich führt, bleibt im Inneren des Schiffes noch so viel Platz, daß die Besatzung einen Komfort findet, wie er sonst nur den Passagieren eines Urlauber- oder Überseeschiffes geboten wird. Deshalb wird die „Lenin“ oft mit einem schwimmenden Hotel verglichen. Dieser Vergleich ist nicht ganz treffend, richtiger wäre „schwimmendes Großkraftwerk“.

In den 12 Stockwerken und 900 Räumen des

134m langen Atomeisbrechers finden wir 300 km verlegte Kabel und 500 Elektromotoren. Davon leisten allein die Antriebsmotoren für die drei Schiffsschrauben 44 000 PS. Die entsprechende elektrische Leistung des Reaktors würde für die Versorgung einer mittleren Stadt ausreichen. Dabei ist die Spaltzone jedes Reaktors nur 1,60 m hoch und hat einen Durchmesser von nur 1 m.

Reaktor, das klingt geheimnisvoll, nach geballter Kraft und nach verborgener Gefahr. Doch im Reaktorraum ist nichts von dem zu spüren. Der 15 m × 7 m große Raum über dem Reaktor wirkt nüchtern. Nur drei Deckel im Fußboden sind zu bemerken, und aus jedem Deckel ragt ein Dutzend Stäbe hervor. Es sind Regelstäbe, mit deren Hilfe der Reaktor gesteuert wird. Sie bestehen aus einem Material, das die Eigenschaft hat, Neutronen zu absorbieren, zu „verschlucken“. Je weiter diese Stäbe in die aktive Zone des Reaktors hineinragen, desto stärker ist ihre Wirkung. Sind sie völlig eingefahren, so ist der Reaktor stillgelegt. Droht Gefahr, so können die Regelstäbe in Bruchteilen einer Sekunde eingeschossen werden.

Einer der drei Reaktoren dient als Reserve, die beiden anderen sind während der Fahrt ständig in Betrieb. Sie erzeugen stündlich 360t Dampf mit einer Temperatur von 325 °C. Da dieser Dampf (bzw. das Wasser) die aktive Zone des Reaktors durchläuft, wird er radioaktiv und kann nicht unmittelbar in die Turbinen geleitet werden. Aus diesem Grund gibt er nur seine Wärmeenergie an ein zweites – ebenfalls geschlossenes – Kreislaufsystem ab, dessen Wasser sich auf 310 °C erhitzt und als Dampf und mit einem Druck von 28 kp/cm in die beiden Turbinen strömt, die zu jedem Reaktor gehören. Jede der vier Dampfturbinen ist mit einem Generator gekoppelt, der elektrische Energie erzeugt.

Diese großen Kräfte werden von jungen Menschen gebändigt. Fast jedes zweite Besatzungsmitglied des Atomeisbrechers gehört dem Komsomol an. Viele kommen oder kamen als Absolventen von Hoch- und Fachschulen auf das



Schiff, andere legten hier ihre Facharbeiterprüfung oder die Prüfung als Spezialtechniker ab. Auch der Kapitän der „Lenin“ übernahm als junger Mensch seine verantwortungsvolle Aufgabe.

Die guten Erfahrungen, die man mit dem atomgetriebenen Eisbrecher „W. I. Lenin“ gemacht hatte, veranlaßten die Sowjetunion, den Bau einer Atomeisbrecherflotte vorzubereiten. Jetzt entsteht auf der Admiralitätswerft in Leningrad ein zweiter Atomeisbrecher, der gleichfalls im hohen Norden eingesetzt werden soll.

So wurde die Kernenergie für die Schifffahrt nutzbar gemacht. Damit entstand eine völlig neue Schiffstechnik, die wiederum völlig neue Berufe bedingte. In den Seefahrtsbüchern der Besatzung stehen Berufe, die auf den ersten Blick nichts, aber auch gar nichts mit der Seefahrt zu tun haben; doch die „Lenin“ ist nun einmal kein Schiff herkömmlicher Bauart. Auf ihr arbeiten Kernphysiker, die für die Atomreaktoren verantwortlich sind, Operateure steuern die Kräfte, die in diesen Reaktoren erzeugt werden, Strahlenschutzingenieure überwachen die Abschirmung der aktiven Zonen. Es sind junge Menschen mit einem hohen Wissen, erworben auf der Universität, auf einer Hochschule oder Fachschule. Die Seefahrtschule allein genügt für die Ausbildung der Besatzung eines Atomschiffes nicht.

# Die Strahlenlupe

Hans Kleffe



An einem Julitag des Jahres 1923 hatten die Arbeiter eines italienischen Kraftwerkes gerade die Schicht gewechselt, als mit ohrenbetäubendem Knall das Gehäuse einer Turbine zersprang. Schwere Trümmerbrocken rasten durch die Luft. Sie durchschlugen Betondecken, zerfetzten Isolierungen und Rohre. Heißer Dampf schoß aus der geborstenen Turbine. Nur mit Mühe gelang es, das Feuer unter den Kesseln zu löschen, den Dampfstrahl abzdrosseln.

Was war geschehen?

Aus dem Radkörper der Turbine war eine Schaufel herausgebrochen. Durch die ungeheure Fliehkraft der schnelllaufenden Maschine schlug sie das schwere Turbinengehäuse in Stücke.

Warum hatte sich die Turbinenschaufel gelöst? War beim Bau nicht alles geprüft und berechnet worden? Konnte Nachlässigkeit beim Zusammenbau der Turbine die Ursache der Katastrophe sein?

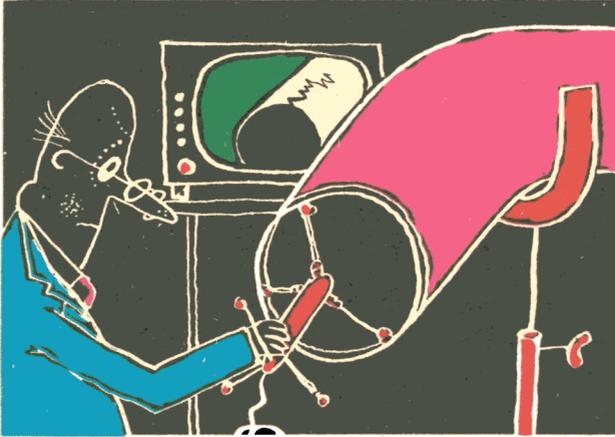
Die Untersuchung ergab, daß ein Materialfehler, ein Schlackeeinschluß, die Ursache des Unglücksfalls war. Der Fehler entstand beim Gießen des Radkörpers, unsichtbar von außen, verborgen tief im Innern des massigen Stahlblockes.

Heute können Katastrophen dieser Art vermieden werden. Seit einigen Jahren ist es möglich, mit Gammastrahlen die größten Metallblöcke

„durchsichtig“ zu machen, jeden Kubikzentimeter innerhalb eines Stahlblocks zu durchleuchten.

Schon im Jahre 1895 entdeckte der deutsche Physiker Wilhelm Röntgen die später nach ihm benannten Strahlen. Sie sind imstande, den menschlichen Körper und andere feste Gegenstände zu durchdringen. Der Arzt bedient sich noch heute der Röntgenstrahlen. Bei der Durchleuchtung von großen Stahlteilen genügten die Röntgengeräte den technischen Anforderungen nicht mehr. Drehrohröfen von 150 m Länge und 3,5 m Durchmesser, wie sie in großen Industriewerken stehen, und die großen Stahlkörper der





Turbinen kann man nicht ins Röntgenlabor fahren. Man müßte umgekehrt die großen und schweren Röntgeneinrichtungen in die Gießereien und Industriewerke bringen. Das aber wäre umständlich und teuer. Die Atomphysiker fanden neue Wege.

Radioaktive Stoffe senden Strahlen von hoher Durchdringungskraft aus. Die Strahlungsquellen sind sehr klein. Sie sind leicht überallhin zu transportieren. Sie bestehen aus einem kleinen Stück Metall, welches die radioaktiven Isotope Kobalt 60, Cäsium 137 oder Thulium 204 enthält. Der Strahler befindet sich in einem dickwandigen Blei-Schutzbehälter, aus dem er durch Fernbedienung aus- und eingefahren werden kann. Der Schutzbehälter ist erforderlich, damit die Techniker sich bei eingefahrenem Strahler dem Gerät ohne Gefahr nähern können.

Doch wie kann man das, was die Strahlen über die Beschaffenheit der Stahlteile aussagen, sichtbar machen? – Zu diesem Zweck werden um die stählernen Körper fotografische Spezialfilme in lichtdichter Umhüllung aus schwarzem Papier aufgelegt. Magnete, die an der eisernen Wandung haften, drücken die Filmbblätter fest an die Wandung. Die Gammastrahlen, die durch das Metall auf den fotografischen Film treffen, wirken auf diesen wie Licht. So entsteht nach der Entwicklung der Filme eine Abbildung der inne-

ren Struktur, auf der sich fehlerhafte Stellen deutlich markieren. Natürlich muß man sich auf das Erkennen solcher Fehler aus den feinen Einzelheiten der fotografischen Abbildung ebenso verstehen wie der Arzt auf die Diagnose von Krankheiten nach dem Röntgenbild.

Solche Durchstrahlungsaufnahmen metallischer Gegenstände erfordern allerdings eine längere „Belichtungszeit“ als Röntgenaufnahmen des menschlichen Körpers. Je nach der Wanddicke des zu prüfenden Gegenstands muß man viele Stunden hindurch exponieren. Doch der Gammastrahler verbraucht im Gegensatz zu den mit Hochspannung arbeitenden Röntgengeräten keine einzige Kilowattstunde Strom. Die Energie der Strahlung wird bei den Umwandlungsprozessen der Atomkerne freigesetzt.

Zur Durchstrahlung schwerer Werkstücke von großer Wandstärke werden ortsfeste Strahler eingesetzt, die in Bunkern montiert sind.

Man nennt das Verfahren der Untersuchung von Metallen und anderen Erzeugnissen mittels Gammastrahlen und fotografischem Film Gammadefektoskopie. Sie wird – neben anderen Methoden – in der DDR in großem Maße angewendet. Die Sicherheit der Arbeiter zu garantieren, Ausfallzeiten der gewaltigen Aggregate zu verhindern, einen störungsfreien Lauf der Maschinen zu sichern sind wichtige Aufgaben bei der Steigerung der Arbeitsproduktivität. Doch die Gammadefektoskopie hilft auch auf andere Weise der Volkswirtschaft. Die regelmäßige Prüfung der Gußstücke zeigt, unter welchem technischen Bedingungen und mit welchem Material die besten Werkstücke gegossen werden können. Dadurch können unsichtbare Fehlerquellen immer mehr ausgemerzt werden. Die Gammadefektoskopie leuchtet nicht nur tief in die Metalle hinein, sondern auch weit in die Zukunft.

# Sivaji und die Gammastrahlen

Walter Basan



Das Dorf lag in der Senke wie ausgestorben. Fahler Staub bedeckte die Behausungen und das kahle, zerfetzte Buschwerk mit einer alle Farben erstickenden Schicht. Am Weg faulten Kadaver verendeter Ziegen. Ratten huschten darüber hinweg. Das Dorf Kuchha-Kuy, eine Handvoll Lehmhütten und zahllose Buden aus Zweigen, Brettern und Blech, in der nordöstlichen indischen Provinz Bihar gelegen, schien dem Untergang geweiht. Der große Regen war auch in diesem Jahr ausgeblieben. Die Erde wehrte sich nicht mehr gegen den Hitzetod. Und die Leute von Kuchha-Kuy verhielten sich wie die Erde.

Eines Mittags schwankte ein schwerer LKW in Richtung des Dorfes. „Zum Teufel mit den Schotterpisten!“ fluchte Boris, der Fahrer, als er den Wagen nach einer mörderischen Tour fünf Stunden später als geplant auf dem Dorfplatz zum Stehen brachte. Er öffnete die Tür, und die Hitze des ausgedörrten Bodens fiel die Reisenden an wie ein gestaltloses Gespenst, das sie mit seinem Glutatem verbrennen wollte.

„Sie sind alle zugrunde gegangen“, sagte Tamara, eine junge Wissenschaftlerin aus Odessa, und blickte sich ratlos zu Doktor Komarow, dem Leiter der Expedition, um. Komarow wußte: Tamara war eine tüchtige Kraft, aber sie warf manchmal zu früh die Flinte ins Korn. In diesem Falle aber schien ihr Mißmut berechtigt.



„Wahrhaftig, wir sind zu spät gekommen“, knurrte nun auch Boris und blickte auf die Uhr, um den Vorsprung zu den übrigen Fahrzeugen des Konvois zu überschlagen.

Sie kamen aus Kalkutta, wohin der Katastrophen dienst den sowjetischen Hilfstrupp beordert hatte. Ihr Auftrag bestand darin, Wasser zu finden und Insekten zu bekämpfen. Das war im Augenblick das Wichtigste für die von der Hitze welle heimgesuchten Menschen.

Herr Singh, ein ruhiger Beamter der indischen Provinzregierung, der dem Trupp als Berater zugeteilt worden war und nun umständlich von der Pritsche des Lastwagens kletterte, teilte die Befürchtungen der Mitreisenden nicht. Er kannte den Landstrich, auf den schon drei Jahre lang kein Tropfen Regen gefallen war.

„Die Duldsamkeit der Menschen ist groß“, sagte er. Und sein Lächeln war in der trostlosen Umgebung etwas Fremdes. Dann deutete er auf die Hütten. – Da krochen aus Türen und Ritzen, aus Verschlängen und Höhlen zerlumpte Gestalten aller Altersstufen. Dreißig, vierzig, hundert Menschen. Graugelb wie alles andere um sie her. Mit abgezehrten Leibern, zerknitterten Gesichtern und lichtlosen Augen. Mißtrauisch zuerst, dann neugierig. Endlich ergriffen von einer aufkeimenden Hoffnung. „Bukh!“ riefen sie, „Hunger!“ Und: „Pani!“, „Wasser!“ Sie streckten ihre Hände aus, torkelten den Reisenden entgegen, bedrängten das Fahrzeug. Sie fielen kraftlos zu Boden und murmelten Gebete, schlugen auf die Erde und lamentierten. Sie rauften sich die Haare, halb irr vor Hunger, Durst und Entbehrungen. Einige kauten Steine vor Verzweiflung. Andere zeigten die Toten der letzten Tage.

Tamara liefen die Tränen übers Gesicht, während sie gemeinsam mit Doktor Komarow Berge von Fladenbrot, Brei und Milchpulver verteilte. Viele der Beschenkten versuchten, ihr und dem Doktor die Stiefel zu küssen. Während Boris für den nachrückenden Bohrtrupp das Gelände nach einer verborgenen Wasserader absuchte, schrie eines der am Boden kauern Kinder auf. Eine

Ratte hatte sich in die Hand eines etwa zwölfjährigen Jungen verbissen. Als Doktor Komarow ihm zu Hilfe kam und das Biest zur Strecke brachte, blickte der Junge den Fremden eher feindselig als erlöst an.

Die kräftigsten Dörfler schaufelten bereits unter Boris' Anleitung Schwemmsand aus den versiegten Brunnen. Als die Monteure des Spezialtrupps mit dem schweren Bohrgerät anrückten, verglühete der Tag. In der Nacht schon förderten die Motorpumpen das erste kühle, saubere Wasser zutage. Die Menschen waren von einem wahren Freudentaumel ergriffen, priesen Wischnu und die Karni-Mata, eine sagenhafte Heilige. „Sie haben Kuchha-Kuy vor dem Verdursten gerettet“, sagte Herr Singh und lächelte. „Aber Sie dürfen es den Leuten nicht verübeln, daß sie jetzt keine Loblieder auf die Technik singen“, sagte Herr Singh. „Sie halten Glück und Unglück, Wasser oder Dürre als von den Göttern gesandt.“

Doktor Komarow senkte den Kopf. ‚Welch grauenhaftes Erbe des Kolonialismus‘, dachte er. ‚Armut, Aberglaube und Hilflosigkeit. Milliarden Menschen in aller Welt hungern. Fromme Wünsche schaffen keinen Wandel. Es gilt, sie zu lehren, den Hunger, die Armut zu besiegen, vor allem die Ursachen zu erkennen. Sie werden viel Zeit brauchen. Und noch mehr Geduld.



Inzwischen hatten sich die Autos der Brunnenbauer, der Kleinbus der Ärzte und ein fahrbares Laboratorium am Rande des Dorfes zu einer Wagenburg aufgestellt. In der Mitte befand sich das große Hauszelt.

Am darauffolgenden Abend berichtete Tamara über ein Teilergebnis ihrer Untersuchungen. Sie hatte versucht, zu ergründen, warum so viele Ziegen in dieser Zeit krepieren waren.

„Kleine gelbköpfige Fliegen sind die Ursache für den Tod der Ziegen“, behauptete die Biologin, und ihr schmales Gesicht überzog die Röte des Eifers. „Diese Fliegenart legt in den Perioden großer Trockenheit ihre Eier in die Hautrisse der Tiere. Sobald sich Leben in diesen Eiern regt, kommt es zu schweren Infektionen. Aus den Entzündungen entstehen Eiterherde. Und daran gehen die Ziegen zugrunde.“

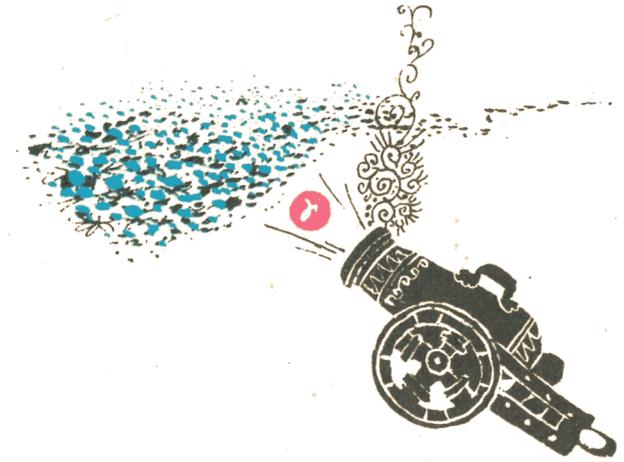
Doktor Komarow überprüfte die Angaben und pflichtete ihr bei. Aber der Oberarzt, ein hagerer Mann, der unentwegt Pfeife rauchte, um sich der Mücken zu erwehren, runzelte die Stirn. „Die Leute von Kuchha-Kuy sind anderer Ansicht“, sagte er. „Die Ziegen, so sagen sie, würden dem gereizten Wischnu zum Opfer fallen. Die Pockenkrankungen lasten sie der Shitla-Mata, der Pockengöttin, an.“ Tamara faßte sich an den Kopf. „Die Priester verdienen obendrein an dem Zauber, den sie mit den Leuten treiben“, ergänzte der Oberarzt.

„Und impfen sich heimlich selbst“, ergänzte Boris; denn er hatte bereits in anderen Dörfern die Augen offengehalten.

Auf dem Tisch in der Mitte des Zeltes rauschte der Samowar. Tamara weihte die Männer in ihren Plan ein, den „Ziegentod“ zu besiegen. „Ich möchte nicht nur eine Fliegen generation ausrotten, sondern die ganze Art“, erklärte die blonde, zierliche Frau. „Richtiger gesagt: Die Fliegen sollen das selber tun.“

„Gut“, sagte Komarow. „Insektensterilisierung mit Gammastrahlen, wie ich vermute.“

„Wir haben in Kalkutta massenhaft diese Fliegen gezüchtet. Die Männchen wurden mit der Kobalt-



kanone bestrahlt. Sie sind unfruchtbar. Und da sich die Weibchen der Gelbköpfe nur einmal im Leben paaren, können wir sicher sein, daß sie nur unbefruchtete Eier legen. Wir müssen die sterilisierten Insekten aus Kalkutta anfordern. Das ist das A und O der ganzen Aktion. Und bis zum Eintreffen des Transportes werden wir selber Insekten fangen. Die schicken wir dann zurück nach Kalkutta.“ Während Boris den Text für den Funkspruch nach Kalkutta notierte, flog ein Stein durch das Moskitonetz. Er hätte fast den Samowar vom Tisch gerissen. Boris war mit einem Satz vor dem Zelt. „Es war Sivaji“, berichtete er.

„Ist das nicht der Junge, den wir gestern vor der Ratte in Schutz genommen haben?“ fragte Tamara. Boris nickte. Komarow stutzte. Dann sah er sich im Kreise um. Niemand sprach ein Wort. Eine Spur von Verbitterung, die sie alle befiel, machte den Tee zu keinem Genuß.

Am anderen Tag erzählten sie Herrn Singh, was geschehen war. Sein Lächeln verflog. Ohne den Vorfall zu deuten, führte er den Doktor und die Biologin auf Schleichwegen in ein verdorrtes Bambusdickicht. Mitten darin befand sich eine Pagode. Seitwärts vom Haupteingang ermöglichte eine geöffnete Pforte den Blick ins Innere des Raumes. Tempeldiener fütterten im Beisein des Priesters und vieler Gläubiger die heiligen

Ratten der Karni-Mata. In diesem von Hunger und Not heimgesuchten Dorf kredenzten sie ihnen Weizen auf silbernen Schalen. Und Sivaji half dabei.

Komarows und Tamaras Verblüffung war grenzenlos.

„Was nützen alle unsere Anstrengungen, wenn die Menschen das nicht begreifen“, sagte Tamara.

„Und wir sie nicht“, ergänzte der Doktor. „Noch gestern Mittelalter, heute die erste Begegnung mit dem Atomzeitalter.“

„Kuchha-Kuy wird mir immer unheimlicher“, sagte die blonde Frau. „Es wäre zuviel verlangt, würden wir erwarten, daß den Menschen hier das Umdenken in einer Nacht gelingt“, machte der Doktor ihr klar.

Herr Singh lächelte wie immer: „Schenken Sie Ihren Mißmut dem Wind. Und dann machen Sie sich die Mühe, dies zu verstehen: Diese Menschen verehren seit eh und je in den Ratten die Seelen ihrer Ahnen. Es ist ihr Glaube. Deshalb wünschen sie sich, nach diesem jämmerlichen Dasein im nächsten Leben eine Ratte zu sein.“

Und an Dr. Komarow gewandt: „Die Ratte, die Sie töteten, schreit nach Rache. Der Priester hat es von Sivaji verlangt. Für diesen ‚frommen‘ Mann sind die Dörfler Werkzeuge. Sie vertrauen ihm blind.“

„Was soll geschehen?“ fragte der Doktor. „Sivaji muß für den Steinwurf bestraft werden“, meinte Herr Singh. „Zum Vorteil aller.“ Tamara war dagegen. Sie verlangte, man solle sich um den Jungen kümmern. „Wir verlieren zuviel Zeit“, warnte Herr Singh. „Schlimmer ist es, das Vertrauen der Menschen zu verlieren“, entgegnete Doktor Komarow.

Nach Tagen wußte er mehr: Sivajis Mutter war verhungert. Der Junge aber lebte in der Vorstellung, sie erfreue sich nur dann der Gnade der Karni-Mata, wenn er gottgefällige Werke tue. Der Priester bestärkte ihn darin. Kein Wunder, die sowjetische Hilfsaktion schwächte den



Einfluß des Priesters auf die Gläubigen. Also war ihm jedes Mittel recht, der Expedition den Aufenthalt in Kuchha-Kuy zu verleiden. Mit einem Stein, den er werfen ließ, begann es. Mit Diebstahl und versuchter Brandstiftung ging es weiter. Der Priester dirigierte Sivaji wie eine Marionette. Und der Junge parierte. Tage verstrichen. Eine Woche.

Sivaji erwies sich allen Erklärungen gegenüber als unzugänglich. Kaum eine der aufgestellten Fliegenfallen entging seinen Anschlägen. Egal, wie gründlich man sie tarnte oder versteckte. Natürlich hatten Dr. Komarow und seine Mannschaft nicht unbegrenzt Zeit. Auch in anderen Dörfern war die Not groß. Was also tun? Abreisen? Kapitulieren? Oder weitermachen?

Die Unentschiedenheit lastete auf ihnen allen wie ein Schatten. Eines Tages sagte Herr Singh: „Es ist nicht zu verantworten, daß der Junge eine so wichtige Unternehmung länger hintertreibt. Ich habe Polizisten aus Bihar angefordert.“

Am Tage, als man Sivaji festnehmen wollte, fand Tamara ihn im Staub der Straße liegend. Gelbköpfige Fliegen umschwirrten ihn. Sein linker Arm war infolge einer Blutvergiftung stark angeschwollen. Nun litt der Junge unter hohem Fieber.

„In Bihar kann er auch behandelt werden“,



sagte Herr Singh. Tamara widersprach: „Nur wenn er unter unserer Pflege gesund wird, hat das ganze Dorf Nutzen davon.“ – „Wir brauchen dieses Beispiel, um von den Leuten nicht länger verkannt zu werden“, sagte Komarow.

„Und wenn der Junge nicht wieder gesund wird?“ fragte Boris. Alle blickten den Oberarzt an. Der sog heftiger als sonst an seiner Pfeife und machte ein besorgtes Gesicht. Dann ging er zu Sivaji.

„Der Tod des Jungen in Ihrem Zelt würde vom Priester benutzt werden, das Dorf gegen Sie aufzubringen“, warnte Herr Singh. „Gegen Sie alle. Ich kann dann nicht mehr für Ihre Sicherheit garantieren. Also entscheiden Sie!“

Dr. Komarow trug die Verantwortung für die Expedition. Er durfte weder Leben noch Gesundheit seiner Freunde aufs Spiel setzen. Andererseits erforderte jeder Fortschritt in der Forschung, auch unter so abenteuerlichen Umständen wie diesen, von jedem ein Höchstmaß an Einsatzbereitschaft und Mut. Der Doktor beriet sich mit seinen Mitarbeitern. Sie bedachten alle Möglichkeiten und Risiken. Noch niemals vorher waren sie auf eine so harte Probe gestellt worden. Sie erkannten es alle. Und sie entschieden sich am Ende für das Experiment. Sivaji wurde ihr Patient.

Es folgten Tage höchster Spannung zwischen den Dörflern und den Fremden. Die Fliegenfallen

blieben endlich unangetastet. Tamaras Laune besserte sich zusehends. Mit dem Kranken ging es langsam aufwärts. Sivaji, der wohl gespürt haben mochte, daß er in Lebensgefahr geschwebt hatte, vergalt alle Fürsorge zum erstenmal mit Zutrauen. Erst behutsam, dann deutlicher. Nach ein paar Wochen konnte der Junge ins Dorf zurückgehen.

Am Morgen vor der Abreise des sowjetischen Hilfstrupps gab es vor dem Wagen ein großes Geschrei. Boris rief die anderen vors Zelt. Alarm am Hauptkäfig. Also alles umsonst? Alles nur Trug? Lüge? Verrat? Tamara traute ihren Augen nicht. Zwei Kinder hatten sich auf Armeslänge dem Gazebehälter genähert, in dem dicke Fliegenwolken hingen. Davor aber hatte sich Sivaji aufgepflanzt, einen Knüppel in der Hand, entschlossen, es mit jedem, der der Falle zu nahe trat, aufzunehmen.

Einige Monate nach diesem Erlebnis – die Expedition war wieder in ihr Moskauer Institut zurückgekehrt – erreichte die Wissenschaftler ein Telegramm von Herrn Singh:

UNTERNEHMEN KOBALTKANONE EIN VOLLER  
ERFOLG STOP KUCHHA-KUY HAT WIEDER  
ZIEGEN UND IMMER NOCH WASSER

# Der eiserne Weizen

Karin Orlik



Wie ein Dieb hatte sich der Sturm in die Kugun-Steppe geschlichen. Zuerst lappte der Filz an den Jurteneingängen, kräuselte sich zaghaft auf der Straße der Staub. Langsam, unmerklich in ihrem Wachsen, schoben sich gelbrandige Wolken über den Dunganai-Hügel. Erst als der Himmel zugewachsen war, rasten die Sturmböen in die scheinbar wehrlose Steppe. Hagel peitschte das Tamariskengestrüpp an den Wegrändern, stürzte sich in die Ebene, in der sich von Horizont zu Horizont die erntereifen Felder des Kolchos „Kischkani-Kumi“ duckten.

Bajedil, der Agronom des Kolchos, starrte aus dem Fenster. Der Mann erinnerte in seiner Reglosigkeit an einen gespannten Bogen. Vornübergebeugt, trommelte er mit seinen Fingerspitzen den Rhythmus des Regens, zitternd wie eine gestrafte, ungeduldige Sehne.

Gewitter sind selten in der Steppe. Aber wenn sie kommen, toben sie sich in der Ebene aus. Und immer wird dann ein Großteil der Ernte vom Sturm in den Boden gestampft. Würde es auch diesmal so sein? Oder konnten die Halme der neuen Weizensorte dem Unwetter standhalten?

Drei Stunden dauerte der Kampf. Als Bajedil in die Felder fuhr, sah er, daß der Weizen zwar tüchtig zerzaust war, aber die schweren Ähren auf den kurzen, stämmigen Halmen hatten dem

Sturm widerstanden. Der „eiserne Weizen“, wie die Leute im Dorf die neue Getreidesorte nannten, hatte sich in der Steppe, im Kampf mit dem noch ungezähmten, blindwütigen Toben des Sturmes bewährt.

Bajedil hatte es damals auf der Allunionsausstellung in Moskau den Körnern nicht ansehen können, welche Kraft in ihnen steckt, als er zum erstenmal das Saatgut durch seine harten Finger rieseln ließ. Aber er las aufmerksam die Versuchsberichte, schaute auf die Tabellen und sah dann im schmalen Geviert des Versuchsfeldes die schweren Ähren auf den gedrungenen Halmen. Und da wußte er, daß dieser Weizen, der widerstandsfähig ist gegen Krankheiten, der schneller wächst und den vierfachen Ertrag bringt, für das Neuland, für die Steppe, für seinen Kolchos im Dorf Irgulai das richtige Getreide war. Endgültig vorbei sollte es sein mit der Angst um die Saat, wenn der Frost in den Frühlingnächten noch einmal zurückkam. Das Bangen um die Ernte bei Sturm und Wind und Regen konnte nun der Freude auf den hohen Ertrag weichen. Die Bauern im Neuland haben anderes zu tun, als sich die Gedanken von der Angst lähmen zu lassen. Die Tage vor der Ernte sind angefüllt mit emsiger Betriebsamkeit, mit Ungeduld und mit exaktem Planen.

War der neue Weizen nun ein Wunder der Na-





tur, eine willkürlich entstandene neue Art? Nein. Wunder gibt es nicht. Alles, was wächst, was entsteht, was anders ist als das Vertraute, ist das Ergebnis gesetzmäßiger Vorgänge. Der Mensch denkt, lernt, erkennt diese Gesetze. Nur er kann durch harte Arbeit, durch gründliches Denken die Natur entscheidend verändern, weil er in die kleinsten Bausteine der Natur einzudringen vermag.

Die neue Weizensorte ist das Ergebnis hundert-jährigen Forschens. Die Getreidesorten, die der Mensch vor vielen tausend Jahren aus den Gräsern züchtete, machten nur kurze Zeit die Menschen satt. Immer wieder wurde es notwendig,

neue, ertragreichere Sorten zu züchten, um die ständig anwachsende Bevölkerung ernähren zu können. Dabei bemerkten die Menschen, daß die Natur manchmal neue Eigenschaften bei einer Pflanze hervorbringt. Doch solche Pflanzen, die für den Menschen nützlicher, ertragreicher waren als andere der gleichen Art, aus den Feldern herauszulesen war eine mühselige, aufwendige Arbeit. Bei der Untersuchung, bei der Züchtung dieser Pflanzen entriß der Mensch der Natur ein lange gehütetes Geheimnis. Er entdeckte das Naturgesetz, daß neue Eigenschaften der Pflanzen durch Veränderungen der Erbeigenschaften in der pflanzlichen Zelle hervorgebracht werden.

Aus einem Weizenkorn wächst immer wieder Weizen. Durch besonders guten Boden kann der Weizen ertragreicher werden. In rauhen Klimazonen schützt sich die Pflanze gegen die Unbilden der Natur und bildet Eigenschaften aus, die sie widerstandsfähiger gegen Frost und Wind machen. Und diese Pflanzen vererben ihre Fähigkeiten auf die aus ihrem Samen wachsenden neuen Pflanzen, die ebenso ertragreich oder widerstandsfähig werden wie die Eltern. Aber solche Veränderungen geschehen nicht von heute auf morgen, nicht von einem Jahr zum anderen. Dazu sind viele Jahre notwendig. Dem Menschen dauert das zu lange.

Als bekannt wurde, daß die radioaktiven Strahlen in den Zellen Veränderungen hervorrufen, die vererbbar sind, wurden diese Strahlen zur Züchtung neuer Pflanzen genutzt.

In der Sowjetunion wird zur Bestrahlung des Weizens die Gammastrahlung des Isotops Kobalt 60 verwendet. In großen Gewächshäusern werden die Körner ringförmig in verschiedenen Abständen um die Strahlungsquelle angeordnet. Die Strahlen treffen auf die Chromosomen, die Träger der Erbanlagen in den Zellen, verändern ihren Aufbau oder zerbrechen sie.

Es gibt unendlich viele Möglichkeiten, die Chromosomenteile wieder zusammenwachsen zu lassen. Und jedesmal besitzt die aus dem bestrahlten Samen gewachsene Pflanze eine oder mehrere neue Eigenschaften. Der Weizen kann widerstandsfähiger gegen Pilzkrankheiten, gegen den Mehltau oder den Schwarzrost werden, die Körner des neuen Weizens können einen höheren Eiweißgehalt haben, der Samen kann kürzere Zeit zum Keimen benötigen, die Pflanze kann schneller wachsen, die Halme können dicker, die Ähren größer und voller sein als bei allen anderen Weizensorten.

So ein Weizen war das, den Bajedil in der Steppe ausgesät hatte, der seine guten, nützlichen Eigenschaften im Kampf mit Frost, Sturm und Hagel bewiesen hatte.

Es ist aber noch nicht möglich, diesen Weizen

überall auszusäen. Unendlich viel Saatgut ist nötig, um in allen Kolchosen, im Norden, in den Hochebenen des Pamir, in Sibirien, in der Ukraine, oder überall auf der Welt die neue Getreidesorte anzubauen. Noch sind zu viele der radioaktiv bestrahlten Samenkörner nicht zur Züchtung geeignet, weil sie nicht keimfähig sind. Noch wissen die Pflanzenzüchter nicht genau, welche Strahlungsdauer, welche Strahlungsstärke die verschiedenen neuen Eigenschaften hervorbringen. Die Züchter benötigen noch zuviel Zeit, um aus den bestrahlten Samenkörnern die für die Weiterzucht geeigneten herauszufinden.

Aber weil heute bei allen Forschungen die Wissenschaftler verschiedener Wissensgebiete zusammenarbeiten, weil neue Wissenschaften entstehen, forschen auch die Pflanzenzüchter nicht mehr allein. Sie haben sich mit den Atomphysikern verbündet und mit den Genetikern. Gemeinsam dringen sie in die kleinsten Bausteine der pflanzlichen Zelle ein, suchen in den Chromosomen nach dem Geheimnis der Vererbung, entdecken immer wieder neue Naturgesetze und wenden sie an. Die Pflanzenzüchter geben sich nicht mehr mit zufälligen Veränderungen in der Natur zufrieden. Sie wissen heute, daß alle Erscheinungen des Lebens in einem großen Zusammenhang stehen. Aber die Gesetzmäßigkeiten dieses Zusammenhanges können sie nur erforschen, wenn sie nicht nur in einem Wissensgebiet „zu Hause“ sind.

Der wissenschaftliche Mitarbeiter des Moskauer Institutes, der die Autokolonne mit dem neuen Saatgut in das Dorf Irgulai gebracht hatte, war Agronom wie Bajedil. Stundenlang saßen die beiden Männer abends im Dorfklub, tranken Tee, rauchten, redeten, lernten voneinander. Nie blieben die beiden allein am Tisch. Schafhirten kamen und Maschinisten, Feldbauspezialisten und auch der Kolchosvorsitzende Kebala. Das alte kasachische Sprichwort „Ein kluger Bauer hat mehr Fragen als Saatkörner“ bewahrheitete sich auch hier.

# Entdeckung einer Atomuhr

Karl Rezac



An einem Augusttag des Jahres 79 arbeitete ein Sklave in der Backstube seines römischen Herrn. Er knetete Brotteig, legte ihn in Formen, backte es und zog dann das duftende Brot aus dem Ofen. Er wußte noch nicht, daß niemand mehr dieses Brot essen würde.

Zu der selben Stunde, als das Brot gebacken wurde, ankerte im Golf von Neapel ein Schiff der römischen Flotte, kommandiert von Plinius, einem Naturforscher und Schriftsteller.

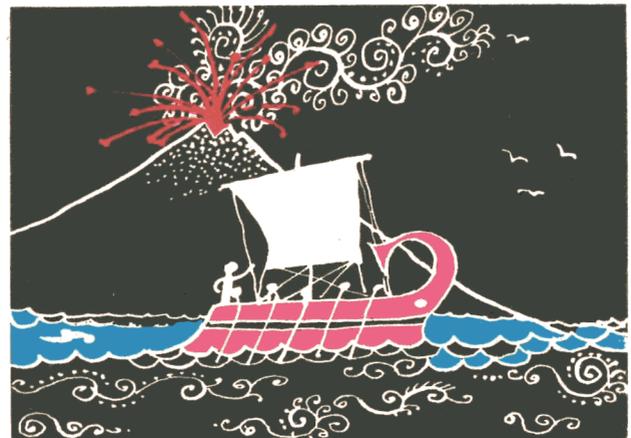
Plinius schaute besorgt nach Osten, wo über die Häuser der Küstenstädte Herculaneum und Pompeji der Vesuv emporrage. Aus dem Krater des massigen Vulkans stieg eine riesenhafte Wolke in den Himmel. Sie leuchtete weiß, dann wieder stand sie schwarz und drohend vor dem Horizont. Der Vesuv warf gewaltige Mengen von Asche aus. Plinius entschloß sich, diese Erscheinung aus der Nähe zu untersuchen. Er ließ Ruderschiffe in See gehen und übernahm das Kommando. Während die kleine Expeditionsflotte die Küste bei Herculaneum ansteuerte, wurde der Himmel von einem Aschenregen verdunkelt. Je näher die Schiffe der Küste kamen, desto dichter und heißer fiel er auf sie herab, vermischt mit Lava- und Bimssteinbrocken.

Plinius konnte bei Herculaneum nicht mehr landen. Er fuhr zum Südostwinkel der Bucht, und trotz der Gefahr, in der er und die Schiffsbesat-

zungen schwebten, diktierte er einem Schreiber, was er von der Naturkatastrophe beobachtete. Unterdessen wurde es Nacht. Als die Schiffe bei Stabie landeten, geriet Plinius mit seinen Männern wieder in den mit Gestein vermischten Aschenregen. Am Ufer hatten sich verzweifelte Menschen angesammelt, auch Flüchtlinge aus Pompeji. Sie berichteten das Entsetzliche: Die Asche hatte den größten Teil der Stadt zugeschüttet. Das Unglück traf die Menschen, wo sie gerade gingen und standen; die reichen Müßiggänger in den Palästen und auf den Straßen, die Händler in den Kaufhallen und auf den Märkten, die Gladiatoren in den verriegelten Kasernenzellen des großen Theaters, die Sklaven und Handwerker in den Schmieden, in den Gerbereien und Backstuben.

Als der feuerspeiende Berg wieder zur Ruhe gekommen war, lagen die Städte Herculaneum und Pompeji unter einer viereinhalb Meter hohen Schicht aus Asche und Bimsstein begraben. Zahllose Menschen waren ums Leben gekommen. Auch Plinius fand bei Stabie den Tod. Er ist der einzige Augenzeuge, dessen diktiert Bericht uns von diesem Ereignis überliefert ist.

Herculaneum und Pompeji blieben über Jahrhunderte verschollen. Erst im 19. Jahrhundert begannen Archäologen planmäßig die Erd- und Gesteinsschichten abzutragen. Heute sind große



Teile des antiken Pompeji ausgegraben. Tempel, Theater, Häuser und Werkstätten sind erhalten geblieben, gepflasterte Straßen und Plätze. Auch die Tore der Stadt sind freigelegt.

Archäologen fanden Plastiken und Mosaikbilder in den Palästen der Reichen, Waffen und Helme in der Gladiatorenkaserne und auch Fußseisen für Sklaven. Sie gruben metallene Werkzeuge aus in den Werkstätten, legten die Mühlen frei, mit denen Korn zu Mehl gemahlen, und auch die Öfen, in denen das Brot gebacken wurde. Und dann fanden sie sogar ein von der heißen Vulkanasche verkohltes Brot. Sie wußten durch den Bericht des römischen Schriftstellers: Dieses Brot war im August des Jahres 79 gebacken worden.

Eines Tages liegt das verkohlte Brot auf dem Tisch eines Kernforschungslaboratoriums. Eine kleine Probe des Brotes wird zum Experiment vorbereitet, und dann beginnt ein Geigerzähler zu ticken: „tick, tick, tick, tack ...“

Tatsächlich befindet sich in dem fast 2 000 Jahre alten Brotrest so etwas wie eine Uhr, eine „Atomuhr“: eine winzige Menge Kohlenstoff 14, radioaktiver Kohlenstoff also.

Heute noch wie schon vor 2 000 Jahren sendet er radioaktive Strahlen aus und zerfällt dabei. Das Ticken des Geigerzählrohres lotet hinab in die Tiefe der Zeit; es registriert, wie weit der radioaktive Zerfall fortgeschritten ist. Der Forscher, der dieses Experiment unternahm, hieß Willard Frank Libby, Chemiker und Radiophysiker. Er prüfte ein Verfahren, mit dem das Alter von archäologischen Funden bestimmt werden konnte.

Der Weizen, aus dem einst das Brot gebacken wurde, benötigte zu seinem Aufbau Kohlendioxyd. Er entnahm ihn, wie alle anderen Pflanzen, der Luft. Gleichzeitig mit dem Kohlendioxyd nahm der Weizen auch ein wenig radioaktiven Kohlenstoff auf. Solange das Getreide auf dem Felde stand, blieb die Menge des radioaktiven Kohlenstoffes nahezu unverändert.

Als der Weizen reif war, wurde er geerntet, aus-

gedroschen, gemahlen und verbacken. Doch mit ihrem „Tode“ ist auch der Stoffwechsel einer Pflanze beendet, sie nimmt danach keinen radioaktiven Kohlenstoff mehr auf. Was im verbackenen Weizen davon vorhanden war, zerfällt schließlich allmählich: Nach 5 600 Jahren wird die Hälfte davon „verschwunden“ sein. In den folgenden 5 600 Jahren wird wiederum die Hälfte zerfallen; es ist dann noch ein Viertel des ursprünglichen Kohlenstoffes übrig.

Es verhält sich ähnlich, als wenn jemand einen Apfel halbiert, dann viertelt, dann achtelt, sechzehntelt ... Nach jeweils 5 600 Jahren wird die Hälfte des verbliebenen Radiokohlenstoffes zerfallen. Halbwertszeit, so nennt man die Zeitspanne, in der dieses Halbieren geschieht. Die Halbwertszeit von 5 600 Jahren gilt für Kohlenstoff 14.

Es ist eine erregende Rechnung: Sogar im Jahre 18 700 wird noch ein Achtel des radioaktiven Kohlenstoffes nachzuweisen sein, den der Weizen einst unter Pompejis Himmel aufgenommen hatte.

Als der Geigerzähler in Professor Libbys Laboratorium den radioaktiven Kohlenstoff anzeigte, lag die Katastrophe von Pompeji rund 1 900 Jahre zurück. Libby errechnete, daß seither etwa zwei Zehntel des Radiokohlenstoffes zerfallen sein müßten. Er verglich das Alter, welches die „Atomuhr“ anzeigte, mit dem genau bekannten



Alter des Brotes. Er konnte zufrieden sein: Die Daten stimmten überein, sie bestätigten seine Annahme; die „Atomuhr“ ging richtig. Hier konnte aber ein Zufall vorliegen, und darum durfte Professor Libby sich nicht mit der einen Probemessung begnügen. Er hatte sich in sein Laboratorium noch andere Fundgegenstände schicken lassen, deren Alter genau bekannt war; Holz vom Deck eines Totenschiffes, das aus einem ägyptischen Königsgrab stammte, die Leinenhülle einer Schriftrolle, die man am Toten Meer gefunden hatte, das Fußbodenholz aus einem Palast, der vor 2 600 Jahren in Persien gestanden hatte. Die „Atomuhr“ zeigte auch bei diesen Versuchen das richtige Alter der Stoffe an.

Im Jahre 1960 erhielt Libby für die Entdeckung dieser „Atomuhr“ den Nobelpreis. Das Verfahren zur Altersbestimmung wird mit Radiokarbonmethode bezeichnet. Sie hat bereits den Archäologen, Geschichtsforschern und Kunsthistorikern wertvolle Dienste geleistet. Manches Geschichtsdatum wurde mit dieser Methode bestätigt, manches wiederum konnte mit ihrer Hilfe erst gefunden werden.

In Frankreich entdeckte man an einer Höhlenwand Zeichnungen von Mammuten und Hirschen. Wann hatten Menschen diese Tiere im Bild festgehalten? In der Höhle lag etwas Holzkohle, die Reste eines Lagerfeuers. Die „Atomuhr“ wies nach, daß vor 15 000 Jahren Menschen in dieser Höhle gelebt hatten.

Im Jahre 1908 waren am Fluß Lenga Jauck in der heutigen Sowjetunion die Reste eines Mammuts gefunden worden. Wie alt ist dieses Mammut? Kann man die Radiokarbonmethode in diesem Falle ebenfalls einsetzen?

Da Tiere und Menschen pflanzliche Nahrung zu sich nehmen, gelangt auch in ihre Körper radioaktiver Kohlenstoff. Deshalb konnten später sowjetische Wissenschaftler bekanntgeben, daß nach ihrer Messung das Mammut 44 000 Jahre alt sei.

Die „Atomuhr“ hat sich bewährt, doch sie hat

einen Mangel: Sie mißt nur das Alter von Substanzen, die Kohlenstoff enthalten, vor allem organischer Stoffe. Will man das Alter von Gesteinen bestimmen, das Alter der Erde überhaupt, so versagt sie. Für solche Zwecke müssen andere Atome als Uhren arbeiten. Das natürliche Uran zum Beispiel wandelt sich in einem langen Zerfallsprozeß in Blei um. Dies geschieht in der Halbwertszeit von etwa 4,5 Milliarden Jahren. Dabei zerfällt das Uran nicht unmittelbar zu Blei; es entstehen vielmehr nacheinander eine Reihe von Isotopen, zum Beispiel Ionium, Radium, Radon, Polonium und schließlich Blei. Deshalb ist Blei stets in Uranerzen vorhanden, Blei also, das aus dem natürlichen Uran in einer langen Zeitspanne entstanden ist. Will man nun das Alter bestimmen, so muß man vergleichen, wieviel Blei bereits vorhanden und wieviel Uran noch nicht zerfallen ist. Durch diese Methode wurde das Alter unserer Erde ermittelt: Etwa 4 bis 6 Milliarden Jahre ist unser Planet alt.

So deckt der Zerfall radioaktiver Stoffe Vorgänge auf, die in ferner Vergangenheit geschehen sind. Und in der Geschichte der Erde und der Menschheit gibt es unzählige Ereignisse, die nicht von Augenzeugen aufgeschrieben oder aufgezeichnet wurden.

# Der Traum des Rotarmisten

Gisela Wenzel



Der sowjetische Schriftsteller Maxim Gorki schrieb im Jahre 1917 ein Gespräch zwischen einem Rotarmisten und einem Bourgeois auf:

Rotarmist: „Eins kann ich dir sagen, guter Mann im Hut, den Boden nehmen wir uns unbedingt. Unbedingt! Und alles, was darauf steht, bauen wir um ...“

Der Herr spottete: „Wollt ihr auch die Berge abtragen?“

„Warum nicht?“ meinte der Rotarmist. „Wenn sie uns stören, tragen wir sie ab.“

„Und die Flüsse laßt ihr rückwärts fließen?“

„Sie werden so fließen, wie wir es wünschen. Lachen Sie nur ...“

Der feste Glauben des Rotarmisten an den Sieg, an die Kraft der Arbeiterklasse, an die Idee Lenins, die Gewißheit, daß die Sowjetmacht das Land umgestalten wird, damit alle Reichtümer des Landes dem arbeitenden Volke dienen, ist heute in den sozialistischen Sowjetrepubliken Wirklichkeit geworden. Die sowjetischen Menschen haben sich die Kraft des Atoms dienstbar gemacht. Sie hilft ihnen, Berge abzutragen und Flüsse rückwärts fließen zu lassen, hilft beim Kampf gegen Wassermangel und Dürre. Kernexplosionen sollen nicht das Leben vernichten. Im Sozialismus dient diese Energie der Erhaltung des Lebens, der Veränderung der Natur zum Wohle des Menschen.

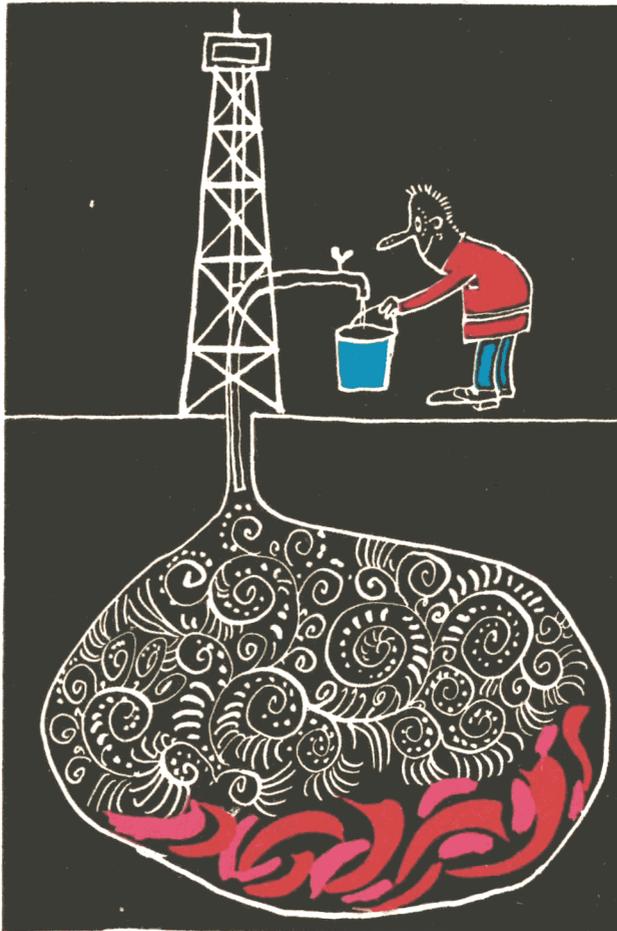
Der Wasserspiegel des Kaspischen Meeres ist in den letzten 35 Jahren um 2,5 m gefallen. Die extremen klimatischen Verhältnisse, der ständig zunehmende Wasserverbrauch und der Bau von Staudämmen an der Wolga, der Kama und einigen anderen Flüssen lassen das Kaspische Meer, einen riesigen Binnensee, langsam austrocknen. Wissenschaftler errechneten, daß selbst unter günstigen klimatischen Bedingungen der Wasserspiegel bis 1980 um weitere 0,6 m und bis zum Jahre 2000 um 1,7 m fallen wird. In den Häfen könnten keine Schiffe mehr anlaufen. Die Bewässerungssysteme am Unterlauf der Wolga verlören an Wirksamkeit oder würden völlig außer Betrieb gesetzt. Das fruchtbare Land, das bei guter Bewässerung Rekordernten von 50 bis 60 dt Weizen, 800 dt Zuckerrüben und 500 dt Gurken oder Tomaten je Hektar erbringt, müßte veröden. In mühsamer Arbeit der Steppe entrissen, würde es wieder zu Steppe.

Sowjetische Wissenschaftler, die die Hungersteppe in fruchtbares Land verwandelt haben, fanden auch hier eine Lösung, die Gefahr abzuwenden. Die Pläne sind bereits ausgearbeitet. – Wenn es gelingt, die Flüsse Petschora und Wytschegda, die nach Norden ins Eismeer münden, nach Süden über die Kolwa und Kama in die Wolga umzuleiten, wird reichlich Wasser verfügbar sein. Zugleich wird auch eine zweite direkte Wasserstraße vom Kaspischen Meer zum Eismeer geschaffen.

Doch Wasser fließt immer bergab. Die beiden Flüsse lassen sich nicht wie eine Wasserrinne an einem Ende anheben, damit das Wasser am anderen hinausfließt. Wenn es notwendig ist, Flußläufe in ein anderes Bett zu zwingen, müssen Berge versetzt werden. Und die Petschora-Kolwa-Wasserscheide ist ein Felsmassiv. Damit die beiden Flüsse ihren Lauf ändern, muß ein 115 km langer, oft bis zu 250 m tiefer Kanal durch felsigen Grund gehauen werden, müssen 300 Millionen Kubikmeter hartes Gestein ausgehoben werden. Bagger und Dynamit helfen da wenig. Der Kanalbau würde zu lange dauern.

Kernsprengladungen aber sind, wenn sie unter Beachtung aller Vorsichts- und Sicherheitsmaßnahmen explodieren, völlig beherrschbar. Um bei solchen Erdaushebungen die Radioaktivität möglichst klein zu halten, müssen hierfür spezielle Kernsprengladungen verwendet werden. Solche Sprengungen würden die Kosten für den Kanalbau etwa auf ein Drittel oder ein Viertel verringern.

Das ist nur ein Beispiel für die friedliche Nutzung von Kernsprengladungen. Man unterscheidet Oberflächenexplosionen und unterirdische Explosionen. Anwendungsmöglichkeiten der ersten z. B. sind Erdaushebungen beim Bau von



Kanälen, Straßen, Staudämmen und Häfen oder die Abraumverlagerung zur Freilegung von Bodenschätzen, die dann im Tagebau gewonnen werden können.

Für unterirdische Explosionen gibt es mehrere Anwendungsmöglichkeiten. Außerdem bleibt dabei die gesamte Radioaktivität unter Kontrolle, weil bei den hohen Temperaturen von vielen Millionen Grad Celsius das Gestein schmilzt. Es entstehen glasharte, wasserunlösliche Schlacken, in denen die radioaktiven Stoffe eingeschmolzen sind. Die zurückbleibenden Hohlräume können als Speicher für Erdöl und Erdgas, aber auch als „Abfallgruben“ für radioaktive Stoffe dienen.

Erdöl kann durch kleinere Kernsprengladungen aus großen Tiefen gepreßt, taubes und nützlich Gestein kann zertrümmert und leichter als bisher abgebaut werden. Die sowjetischen Wissenschaftler haben begonnen, die ungeheuren Kräfte der Kernreaktionen zu nutzen, nicht zur Vernichtung des Lebens, sondern zur Erhaltung des Lebens.

Berge werden abgetragen und Flüsse fließen rückwärts, wie es der Rotarmist schon 1917 ahnte.

# Die verwandelte Sonne

Karl Rezac



Im Jahre 585 vor unserer Zeitrechnung stehen sich in Kleinasien zwei Heere gegenüber – Fußvolk, Bogenschützen und Lanzenräger, außerdem mit Speeren bewaffnete Reiterei. Der Mederkönig Kyaxares führt seit sechs Jahren Krieg gegen Lydien; er will zur Küste des Ägäischen Meeres vorstoßen. Mehrere Schlachten haben von beiden Seiten blutige Opfer gefordert, aber ein Ende des Krieges ist nicht abzusehen.

Im Morgengrauen des 28. Mai treten die Heere erneut zum Kampf an. Die Sonne steigt über den Horizont auf; in beiden Heerlagern verneigen die Priester sich vor ihr und bitten die Götter um den Sieg der Waffen. Helme, Harnische, Schwerter gleißen im Sonnenlicht.

Das Gemetzel beginnt. Den Reitern fliegen hagel dicht Pfeile entgegen. Überall Geschrei, Aufeinanderklirren von Waffen, Blut – an diesem strahlenden Tag.

Plötzlich wird der Himmel aschgrau, das Licht schwindet, Kälte und Finsternis kriechen über das Schlachtfeld. Es wird totenstill. Die Kämpfenden, eben noch die Schwerter gegeneinander erhoben, schauen entsetzt zum Himmel. Die Sonne ist fort!

Sie flüchten in panischer Angst. Wohin? Überall Nacht. Sie verbergen sich in Erdalten, in Büschen. Die Priester werfen sich zu Boden; sie

beschwören die Götter: Zürnt nicht! Nehmt nicht die himmlische Feuerscheibe fort, die den Tag von der Nacht scheidet, die Zeit des Säens und Erntens bestimmt und die Mutter allen Lebens ist ...

Lassen die Götter sich umstimmen?

Der Himmel hellt sich auf, und dann steht die Sonne wieder an ihrem Platz. Verstört wagen die Krieger sich aus den Verstecken. Niemand wagt zu kämpfen. Kyaxares beeilt sich, mit dem König der Lyder Frieden zu schließen. Denn er weiß, daß seine Krieger die Götter mehr fürchten als den Gegner auf dem Schlachtfeld. Und anscheinend mißbilligen die Götter diesen Krieg; sie haben ein machtvolleres Zeichen gegeben ...

In Milet lebt jemand, der vor diesem Naturereignis nicht erschrickt. Er hat es erwartet: der Philosoph Thales, einer der sieben Weisen Griechenlands. Er kennt die astronomischen Lehren der ägyptischen Priester, die seit 2000 Jahren den erhabenen Lauf der Sonne beobachten und das strahlende Himmelsfeuer zur höchsten Gottheit erhoben haben.

Thales von Milet stützt sich auf ihre astronomischen Kenntnisse. Deshalb konnte er für den 28. Mai 585, den Tag, an dem Meder und Lyder gegeneinander kämpften, eine Sonnenfinsternis vorausberechnen. Eine Sonnenfinsternis; kein Zeichen der Götter ...

Die Zeit bleibt nicht stehen. Es gibt Wißbegierige, Forschende. Sie wollen herausfinden, welche Naturkräfte auf der Erde und im Weltall wirken und auch auf der Sonne. Von ihr erreicht die Menschen zunächst nur ein Bote: das Licht.

Galileo Galilei setzt Linsen zu einem Fernrohr zusammen. Im Jahre 1611 richtet er es auf die Sonne. Er entdeckt: Das himmlische Feuer ist nicht makellos. Es hat Flecken ... Man schreibt 1704. Isaak Newton verdunkelt sein Zimmer und läßt den Sonnenboten, das Licht, durch ein dreikantiges Glasprisma auffächern. Auf dem weißen Schirm entsteht ein vielfarbiges Band. Rot ist darin, Orange, Gelb, das fließend in Grün und Blau überwechselt; schließlich ein tiefes Violett.

Newton hat den Regenbogen in seine Stube geholt; er nennt ihn Spektrum.

Der Holländer Christian Huygens, ein Zeitgenosse Newtons, deutet Licht als eine Wellenerscheinung. Die Farben des Spektrums sind weiter nichts als Wellen unterschiedlicher Länge, aus denen das weiße Licht sich zusammensetzt ...

Wieder ein Jahrhundert später. Der Glaserlehrling Joseph Fraunhofer arbeitet sich durch unermüdlichen Fleiß zum Wissenschaftler hinauf. Er untersucht das Sonnenspektrum genauer und erkennt darin dünne schwarze Linien; hier eine, dort zwei, und da wieder eine ... er entdeckt immer mehr, je schärfer er hinsieht. Im Spektrum ähnlicher irdischer Lichtquellen findet Fraunhofer keine solchen Linien. Also fehlen im Sonnenlicht gewisse Farbanteile, bestimmte Wellenlängen. Wo können sie geblieben sein? Vierzig Jahre danach, um 1860, geben Robert Bunsen und Gustav Kirchhoff die Antwort: Die Sonne, ein leuchtender Gasball, ist von einer Sonnenatmosphäre umgeben. Durch dieses „Filter“ tritt das Licht in den Weltraum, und die Sonnenatmosphäre „verschluckt“ dabei bestimmte Lichtwellen. Daher die schwarzen Linien im Sonnenspektrum.

Kann man mit dieser Entdeckung mehr anfangen? Etwa erforschen, woraus die Sonnenatmosphäre zusammengesetzt ist, welche Elemente auf der Sonne existieren?

Bunsen und Kirchhoff haben die Spektralanalyse entwickelt. Sie deuten die geheimnisvollen schwarzen Linien: Ihre Anzahl und Lage im Spektrum verrät, ob dieses oder jenes auf der Erde bereits bekannte Element auch in der Sonnenatmosphäre enthalten ist ...

Man beginnt, die von Fraunhofer entdeckten Linien zu entschlüsseln, und stellt fest: Auf der Sonne gibt es Sauerstoff. Und Wasserstoff. Und Eisen, Magnesium, Kalzium, Natrium ... alles Elemente, die auch auf der Erde vorkommen. Aber 1868 findet der englische Astronom John Lozer eine Linie im Spektrum, die er keinem auf der Erde bekannten Element zuordnen kann.

Hat er ein „Sonnenelement“ entdeckt? Das neu entdeckte Element wird „Helium“ getauft. Man denkt bei diesem Namen an den griechischen Sonnengott, der nach der Sage seinen von vier feurigen Rossen gezogenen Wagen täglich über den Himmel führt. Helios nannten die Griechen diesen Gott. Ist etwa Helium eine wunderbare, nur auf dem Sonnengestirn vorhandene lebenspendende Kraft?

Nein. – Und ja.

Nein, denn 26 Jahre nach der Entdeckung des Heliums weist der Chemiker William Ramsey dieses Edelgas auch auf der Erde nach. – Und ja, weil wir heute wissen, daß Helium wesentlich



an der verschwenderischen Energieausstrahlung der Sonne beteiligt ist.

Ja, verschwenderisch! Seit drei Milliarden Jahren strahlt die Sonne fast unverändert in jeder Sekunde eine Energiemenge von  $10^{20}$  Kilowattstunden in den Weltraum. Nur etwa ein halbes Billionstel davon bekommt die Erde ab, pro Sekunde immerhin 46 Millionen Kilowattstunden. Um diese Energiemenge zu erzeugen, brauchte man fast 130 000 Kraftwerke von der Leistung des Kraftwerkes Lübbenau.

Dieses halbe Billionstel der Sonnenenergie gibt der Erde alles, was das Leben auf dem Festland und im Wasser ermöglicht, vor allem Licht und Wärme. Die Pflanzen bauen mit Hilfe der Sonnenstrahlung energiereiche organische Stoffe auf: Nahrung für Mensch und Tier. Ein Wasserkraftwerk ist nicht denkbar ohne den Wasserkreislauf auf der Erde: Die Sonne läßt Wasser über den Meeren verdunsten, als Regen und Schnee fällt es nieder, und in Flußläufen strömt es ins Meer zurück. Sogar die Windmühlen müßten stillstehen, denn die Sonnenwärme versetzt die Luft in Strömung, läßt Wind und Sturm entstehen.

Auch die Energieträger im Schoße der Erde – Kohle, Erdöl, Torf – haben pflanzlichen Ursprung, und wenn wir sie in Öfen, Automotoren, Flugzeugtriebwerken verbrennen, dann setzen wir aufgespeicherte Sonnenenergie frei. Energie, die vor sehr langer Zeit von der Sonne zur Erde gelangte. Denn niemals kann Energie aus dem Nichts entstehen oder ins Nichts verschwinden; sie kann nur in verschiedene Formen verwandelt werden. Das ist ein Naturgesetz; bereits im vorigen Jahrhundert hat der Physiker Hermann von Helmholtz es ausgesprochen. Und alle Energie, der wir uns bedienen, hat ihren Ursprung in dem einen mächtigen Energieträger Sonne. Aber unsere Energieschatzkammern in der Erde werden leer; eines Tages wird Kohle sehr kostbar sein.

Könnten wir uns doch die Sonne auf die Erde holen! Mit anderen Worten: Wenn wir uns eine „künstliche Sonne“ schaffen könnten,

dann wären wir unermesslich reich. Reich an Energie.

Eine künstliche Sonne – ist dieser Gedanke nicht zu kühn, geradezu tollköpfig?

Im Herbst 1969 geht eine sensationelle Nachricht in die Welt. Sowjetischen Atomforschern unter der Leitung des hervorragenden Wissenschaftlers Professor Lew Arzimowitsch ist erstmalig eine gesteuerte Kernfusion gelungen. Die Versuchsanlage, mit der diese großartige Leistung vollbracht wurde, heißt „Tokamak“ und steht in der Atomstadt Dubna. Professor Arzimowitsch spricht bescheiden von einem „ersten Schritt“; aber es ist der erste Schritt zur künstlichen Sonne.

Welches Ziel haben sich Professor Arzimowitsch und seine Mitarbeiter gestellt? Sie wollen ähnliche Vorgänge, wie sie sich auf der Sonne abspielen, unter irdischen Bedingungen wiederholen. Sie wissen, was auf der Sonne geschieht und woher die Sonne ihren Energiereichtum bezieht. Nicht etwa von Verbrennung, denn bestünde die Sonne aus bester Steinkohle, so wäre ihr Vorrat längst erschöpft.

Nur eine Kernreaktion, so haben Atomforscher vor längerer Zeit herausgefunden, ist die einzige mögliche Energiequelle der Sonne. Wäre eine Kernspaltung denkbar? Bei solchen Kernreaktionen werden schwere Kerne in „Bruchstücke“ zerlegt, die Kerne schwerer Elemente, wie Uran, Plutonium ... Aber man weiß, daß die Sonnenmaterie zum überwiegenden Teil aus dem leichtesten Element besteht, aus Wasserstoff und zu etwa einem Zehntel aus Helium, ebenfalls ein leichtes Element. Es sind zwar mehr als 60 Elemente auf der Sonne nachgewiesen, aber gerade die schweren Elemente sind dort nur in geringen Anteilen zu finden. Demnach können unmöglich auf der Sonne Kernspaltungen die Hauptenergiequelle sein. Was geht dann aber auf der Sonne vor?

Die Atomwissenschaftler überlegten: Da ist die gewaltige Masse an Wasserstoff, da ist das Helium ... Wenn nun die leichten Kerne des

Wasserstoffes zu den etwas schwereren des Heliums verschmelzen? Auch bei einem solchen Vorgang, einer Kernfusion, muß Energie frei werden ...

Heute steht fest: Auf der Sonne wandelt sich durch Kernfusion ständig Wasserstoff in Helium um. Die Sonne verliert dabei an Masse, und zwar 4,3 Mill. Tonnen in jeder Sekunde. Keine Angst, sie ist riesengroß, gegenüber der Erde wie ein Kürbis neben einem Hirsekorn, und ihre Masse entspricht 332 000 Erdmassen. Sie wird noch über viele Jahrmillionen hinweg so weiterstrahlen wie bisher.

Darin also besteht das „Geheimnis“ der Sonne. Die Wissenschaftler begannen zu rechnen:

Bei der Umwandlung von nur 1 g Wasserstoff in Helium werden 138 Mill. Kilokalorien Wärme frei. Das entspricht 160 000 Kilowattstunden. Eine 60-Watt-Lampe könnte damit 300 Jahre gespeist werden. Von einem Gramm Wasserstoff!

Dieser Energieträger ist auch auf der Erde vorhanden, er ist sogar billig. Dreißig Liter Wasser enthalten etwa 1 g Deuterium; das ist schwerer Wasserstoff. Und 1 g Deuterium hat den gleichen Heizwert wie 20 Tonnen Kohlenbriketts. Damit verfügt die Menschheit über einen unbegrenzten Energievorrat. Sie muß ihn nur nutzbar machen. Diesem Ziel dient die Forschungsarbeit am „Tokamak“ in Dubna.

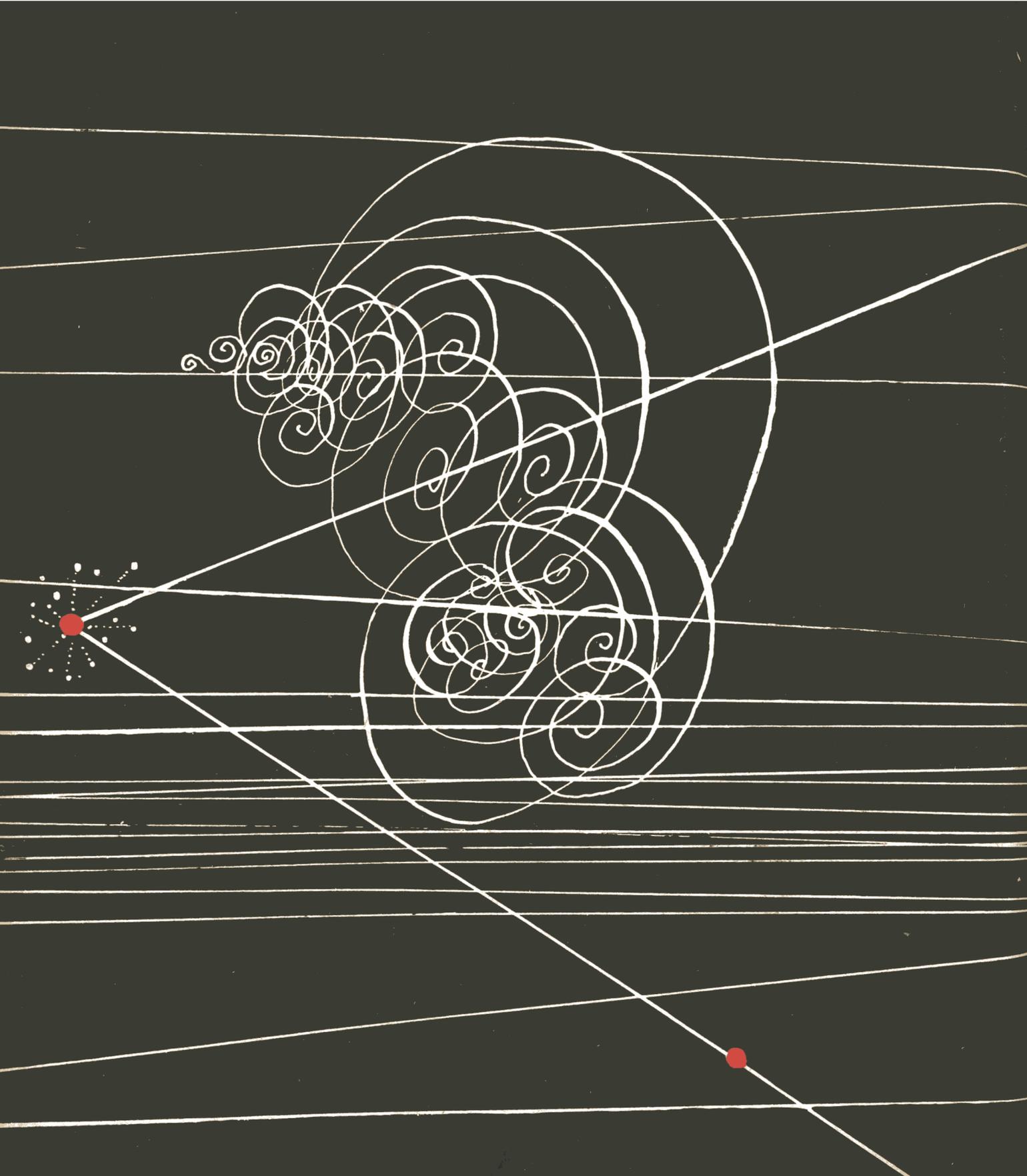
Nun ist aber der Weg zur künstlichen Sonne mit vielen Dornen gespickt. Zu einer gesteuerten Kernfusion benötigt man nahezu Sonnentemperaturen. Und die hochoverhitzte Materie, in der die Fusion stattfinden soll, muß von Magnetfeldern zusammengehalten werden. Sie darf keine Gefäßwände berühren. Welches Material sollte auch den hohen Temperaturen standhalten?

Trotz dieser Probleme, vor der die Forschergruppen in Dubna stehen, weiß man bereits, wie ein Fusionsreaktor aussehen könnte: Hunderte Millionen Grad Celsius werden in seiner inneren, der aktiven Zone herrschen, in der

die Fusion abläuft. Ein Druck von 100 Atmosphären wird das erhitzte und dicht mit geladenen Teilchen durchsetzte Gas, das Plasma, einschließen ... Ein kleiner zylinderförmiger Reaktor – Durchmesser 8 m, Länge 20 m – könnte die enorme Energie von 5 Mill. Kilowatt abgeben. Das entspricht der Leistung des Wasserkraftwerks Krasnojarsk am Jenissei, eines der größten der Welt.

Wie lange ist es her, da haben Menschen die Sonne angebetet, waren vor einer Sonnenfinsternis zu Tode erschrocken? Und heute lernen wir schon, ihr eine irdische Schwester zu schaffen.





# Kleines Atomlexikon

Beim Betrachten der Abbildungen des Atomlexikons ist die beigelegte Brille zu benutzen.

## A

**Aktivierung:** Erzeugung radioaktiver Nuklide (→) in Materialproben (z. B. Erzen) durch Bestrahlung mit geladenen Teilchen oder Gammastrahlen (→). Mittels der sogenannten Aktivierungsanalyse können aus der Art, Energie und Halbwertszeit (→) der entstehenden radioaktiven (→) Strahlung Rückschlüsse auf die chemische Zusammensetzung des Materials und seine Struktur gezogen werden (zerstörungsfreie Werkstoffprüfung, → Autoradiographie).

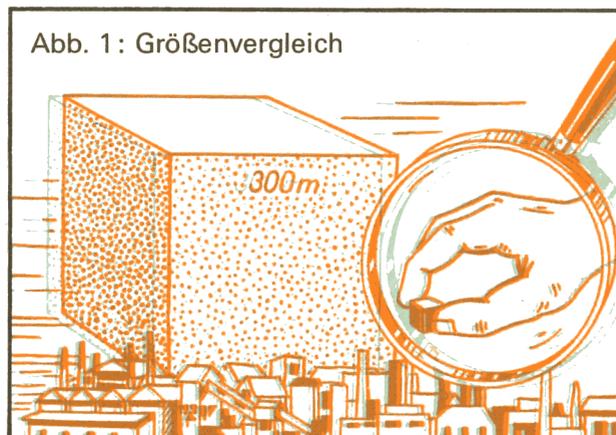
**Alphastrahlung:** (→) Radioaktivität

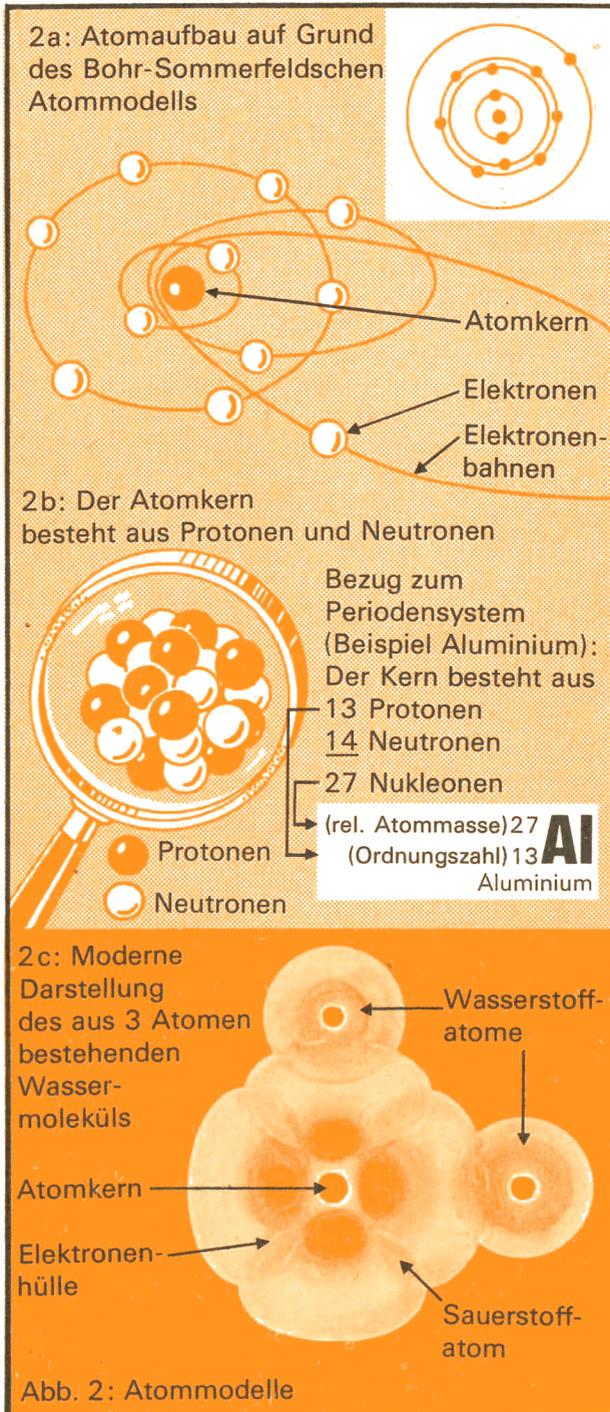
**Antiteilchen:** Soweit bis heute bekannt ist, existiert zu jedem Elementarteilchen (→) ein Antiteilchen mit „spiegelbildlichen“ Eigenschaften, z. B. entgegengesetzter elektrischer Ladung. Jede Teilchenart für sich ist beständig, treffen aber beide zusammen, so zerstrahlen sie unter Freisetzung einer großen Energie. Beispiele: Elektron (→) – Positron (→), Proton (→) – Antiproton. Antiteilchen bilden für sich ein den „normalen“ Teilchen gleiches Periodensystem und sind von diesen in ihren chemischen und den meisten physikalischen Eigenschaften nicht unterscheidbar. Antiwasser z. B. hätte alle bekannten Eigenschaften des Wassers.

**Atom:** Kleinstes Teilchen eines chemischen Elements, das mit chemischen Mitteln nicht weiter teilbar ist. Es besteht aus einem positiv geladenen Atomkern, der von einer Hülle negativ geladener Elektronen (→) umgeben ist. Das Größenverhältnis des Kerns zur Hülle ist etwa wie ein Stecknadelkopf zu einem vierstöckigen Wohnhaus. Beim leichtesten Element, Wasserstoff, ist dieses Massenverhältnis 1 837 : 1, beim schwersten natürlichen Element, dem Uran, 4 760 : 1. Der Kern (Abb. 2b) besteht allgemein aus  $Z$  positiv geladenen Protonen (→) ( $Z$  – Kernladungszahl = Ordnungszahl [→] im Periodensystem [→] der Elemente [→]) und  $N$  Neutronen (→), das Atomgewicht (→) ist dann  $A = Z + N$ , symbolische Schreibweise  ${}^A_ZK$ . Ein neutrales Atom enthält in seiner Hülle so viel Elektronen wie der Kern Protonen (→ Atommodell).

Die Abb. 1 zeigt einen Vergleich, der über die Größenverhältnisse in den Atomen Auskunft gibt: Das Atom ist zum großen Teil leer.

Die Masse des Atoms ist im wesentlichen im Kern konzentriert. Könnte man die Bausteine, also Kern und Elektronen der Hülle, ganz dicht lagern, so würde aus einem riesigen Eisenwürfel von 300 m Kantenlänge ein kleiner Würfel, den man bequem in der Hand halten könnte – wenn er nicht das gleiche Gewicht hätte wie der große Würfel.





**Atombatterie:** (→) Isotopenbatterie

**Atombombe:** (→) Kernwaffen

**Atomenergie:** (→) Kernenergie

**Atomgewicht:** Gewicht eines Atoms (→). Die absoluten Werte liegen bei  $10^{-24}$  g bis  $10^{-22}$  g, die relativen Werte beziehen sich auf  $\frac{1}{12}$  der Masse eines Kohlenstoffatoms  $^{12}_6\text{C}$ . Der Begriff „relatives Atomgewicht“ wird neuerdings durch „relative Atommasse“ ersetzt (siehe Periodensystem Seiten 70/71).

**Atomkraftwerk:** (→) Kernkraftwerk

**Atommodell:** Anschauliche vereinfachte Vorstellung vom Aufbau des Atoms (Abb. 2a und 2b). Ausgehend von experimentellen Ergebnissen über das Verhalten und die Eigenschaften der Atome, die vor allem von den Physikern Lenard, Rutherford und Wilson erreicht wurden, hat der dänische theoretische Physiker Niels Bohr im Jahre 1913 ein nach ihm benanntes Atommodell entwickelt, das später von dem Physiker Sommerfeld verfeinert wurde.

Wichtigste Gedanken des Bohr-Sommerfeldschen Atommodells (Abb. 2a):

1. Die Atome werden als kleine massive und starre Kügelchen aufgefaßt.

2. Die Elektronen umkreisen den Kern auf ganz bestimmten Bahnen im Kraftfeld des Kerns.

An der Weiterentwicklung dieser Vorstellungen zum modernen Bild des Atoms (Abb. 2c) war der Physiker Schrödinger maßgeblich beteiligt.

**Atom Müll:** (→) radioaktive Abfälle

**Atomreaktor:** (→) Kernreaktor

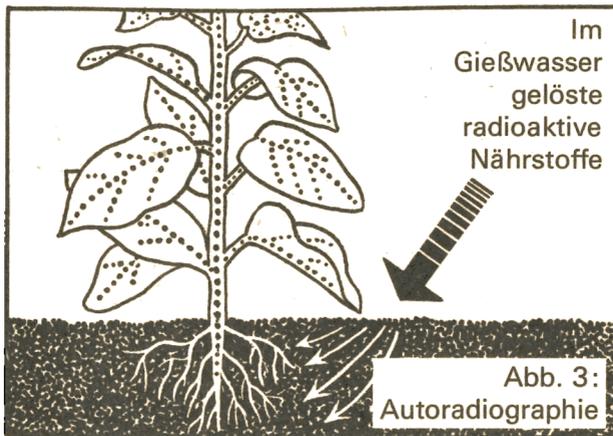
**Atom Schiff:** Schiff mit meist mehreren, unabhängig voneinander arbeitenden Kernreaktoren (→) als Energiequellen für den Antrieb. Die Energieumwandlung erfolgt über die Stufen Kernspaltung (→) – Wärme – Dampf – Turbine – Generator – Elektromotor – Schiffsschraube.

**Atomspaltung:** (→) Kernspaltung

**Atom-U-Boot:** (→) Atomschiff

**Atomzerfall:** (→) Radioaktivität

**Autoradiographie:** Fotografische Wiedergabe der Verteilung radioaktiver Stoffe in einem Gegenstand, z. B. Pflanze, Körperteil, Werkstück, durch



die Strahlung der Stoffe, wobei Informationen über Reaktionen und die innere Struktur der Gegenstände vermittelt werden. Die radioaktiven Substanzen können z. B. als Lösungen von den Gegenständen selbst aufgesaugt, von Menschen eingebracht oder durch Bestrahlung (→ Aktivierung) in den Gegenständen selbst erzeugt werden.

In der Abb. 3 ist ein Beispiel für eine autoradiographische Messung gezeigt. Durch die radioaktiven Substanzen im Gießwasser können wertvolle Informationen über die Pflanzen gewonnen werden, z. B. wie schnell und wohin die Nährstoffe transportiert werden. Die schwarzen Pünktchen deuten an, wie sich z. B. die radioaktiven Substanzen nach einiger Zeit verteilt haben könnten.

## B

**Betastrahlung:** (→) Radioaktivität

**Betatron:** Kreisbeschleuniger für Elektronen (→), dient u. a. zur Erzeugung sehr kurzwelliger („harter“) Röntgenstrahlung (→) für Werkstoffuntersuchungen. Die Röntgenstrahlen entstehen dabei in dem Augenblick, wenn die hochbeschleunigten Elektronen auf ein Hindernis treffen. Sie werden in dem Fall sehr plötzlich abgebremst, und ein Teil ihrer Bewegungsenergie wandelt sich in energiereiche elektromagnetische Wellen-

strahlung, in die Röntgenstrahlung, um. Der übrige (leider wesentlich größere) Teil der Bewegungsenergie der schnellen Elektronen verwandelt sich bei dem Aufprall in Wärmeenergie. **Blasenkommer:** Gerät, mit dem die Spuren von Teilchenstrahlen durch die Bildung von winzigen Dampfblasen in einer überhitzten Flüssigkeit (z. B. Wasserstoff) nachgewiesen und sichtbar gemacht werden können (→ Funkenkammer).

„Überhitzt“ bedeutet hier lediglich, daß sich die Temperatur des Stoffes, mit dem die Blasenkommer gefüllt ist, etwas über dessen Siedepunkt befindet. Wasserstoff, der hierfür verwendet wird, siedet bei minus 252,8 °C. In den früher fast ausschließlich benutzten Nebelkammern liefen ähnliche Prozesse ab. Die Spuren der Teilchenbahnen markierten sich als feinste Nebeltröpfchen.

**Brennelement:** Kleinste selbständige Baueinheit für die Spaltzone eines Kernreaktors. Stellt eine Vereinigung von Brennstoffstäben oder -lamellen dar, deren Form durch höchstmöglichen Wärmeübergang an den wärmeaustauschenden Stoff bestimmt wird. Das Verhältnis der Oberfläche zum Volumen soll möglichst groß sein.

**Brennstoffzyklus:** (→) Kernbrennstoffzyklus

**Brutreaktor:** Kernreaktor (→), der während des Betriebes mehr neues Spaltmaterial erzeugt, als er verbraucht. Besonders gut brüten Reaktoren, die mit hochenergetischen schnellen Neutronen (→) arbeiten (schneller Brutreaktor). Brutreaktoren haben den Vorteil der viel besseren Brennstoffausnutzung als Kernreaktoren mit Moderator (→) (thermischer Kernreaktor). Der z. Z. größte schnelle Brutreaktor ist der BN-350 in Schewtschenko (UdSSR) am Kaspischen Meer.

## C

**Curie:** Kurzzeichen Ci, nach dem Forscherehepaar Marie und Pierre Curie benannte Maßeinheit für die Radioaktivität (→). 1 Ci entspricht  $3,7 \cdot 10^{10}$  Zerfällen pro Sekunde, das entspricht der Aktivität von 1 g Radium.

## D

**Deuterium:** schweres Isotop (→) des Wasserstoffs, Symbole  ${}^2_1\text{H}$ , D oder d. Der Atomkern (→) besteht aus einem Proton (→) und einem Neutron (→) (→ schweres Wasser).

**Dosimetrie:** Messen der Strahlungs-dosis z. B. von radioaktiver Strahlung (Dosiseinheit: rad oder Röntgen).

## E

**Elektron:** sehr leichtes Elementarteilchen (→) mit  $\frac{1}{1837}$  der Protonenmasse (→), kleinster Träger negativer elektrischer Ladung (Elementarladung).

**Elektronenhülle:** Elektronenschale (→ Atommodell)

**Element:** chemisch einheitliche Stoffe, deren Atome (→) die gleiche positive Kernladung (→) haben.

Sie sind durch chemische Verfahren nicht weiter zerlegbar. In der Natur kommen 88 Elemente vor, insgesamt sind z. Z. 105 bekannt (→ Transurane).

**Elementarteilchen:** Als Elementarteilchen werden alle diejenigen Teilchen bezeichnet, die nicht als zusammengesetzt erkennbar und im Rahmen von Erhaltungssätzen (z. B. für Energie, Ladung, Drehimpuls u. a.) nicht ineinander umwandelbar sind.

Dazu zählen:

1. die stabilen Elementarteilchen (Elektron (→), Proton (→), Neutron (→))

2. die instabilen Elementarteilchen

a) die relativ langlebigen (Mesonen, Hyperonen ( $10^{-8}$  bis  $10^{-10}$  s))

b) die extrem kurzlebigen ( $10^{-20}$  bis  $10^{-24}$  s).

Gegenwärtig sind rund 200 Elementarteilchen bekannt.

**Emission:** Aussendung einer Wellen- oder Teilchenstrahlung, z. B. Licht durch heiße Körper oder  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung durch radioaktive Stoffe.

**eV:** Elektronenvolt, sehr kleine, in der Kernphysik gebräuchliche Einheit der Energie oder Arbeit.  
1 MeV (Megaelektronenvolt) =  $10^6$  eV  
1 GeV (Gigaelektronenvolt) =  $10^9$  eV

## F

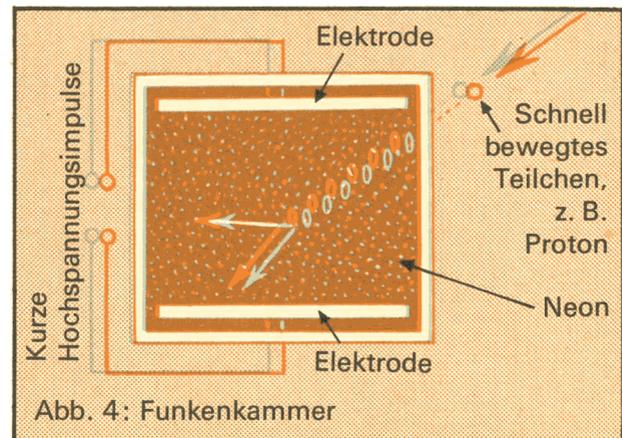
**Funkenkammer:** Gerät zum Nachweis sehr schneller ionisierender Teilchen, besteht aus parallel angeordneten flächenförmigen Elektroden in einem Hochspannungsfeld. Der Durchgang eines Teilchens löst eine Funkenkette aus, die zweidimensional fotografiert wird (→ Blaskammer). Die Abb. 4 zeigt die Funktionsweise einer Funkenkammer.

**Fusion:** (→) Kernfusion

## G

**Gammadefektoskopie:** Materialprüfungsverfahren, bei welchem die sehr energiereiche durchdringende Gammastrahlung (→ Radioaktivität) benutzt wird, um Materialfehler z. B. in Werkstücken festzustellen. Die Gammastrahlen „durchleuchten“ dabei das Werkstück, d. h., man kann z. B. Gußfehler, Hohlräume oder Risse durch das an diesen Stellen geänderte Durchdringungsvermögen erkennen.

**Gammastrahlung:** (→) Radioaktivität



**Geiger-Zähler** oder Geiger-Müller-Zählrohr: ein 1928 von den deutschen Physikern H. Geiger und W. Müller entwickelter Strahlungsdetektor (Strahlungsnachweisgerät) zur Zählung einzelner genügend energiereicher Teilchen, insbesondere von Elektronen (→).

In der Abb. 5 ist ein Geiger-Zähler dargestellt. In dem eigentlichen Zählrohr werden durch die energiereichen Teilchen elektrische Entladungen ausgelöst, die über einen Verstärker hörbar gemacht bzw. auch gezählt werden können.

## H

**Halbwertszeit:** Zeit, in der die Hälfte einer bestimmten Sorte radioaktiver Atomkerne (→) zerfallen ist.

**Heiße Zone:** Bereich in einem Kernkraftwerk (→) oder Betrieb, der zum Schutz vor radioaktiver Strahlung nur unter Beachtung besonderer Sicherheitsmaßnahmen betreten werden darf.

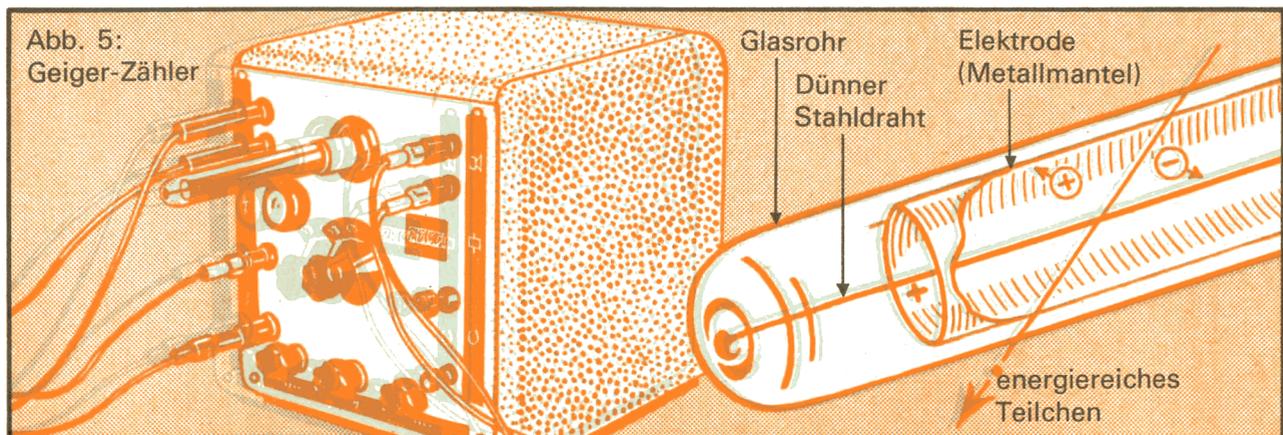
## I

**Ionen:** Atomares System (Atome, Moleküle, Radikale) mit überschüssiger (positiver oder negativer) elektrischer Ladung. Je nach Anzahl der fehlenden oder überschüssigen Elektronen spricht man von einfach, doppelt usw. geladenen

Ionen, chemisch von ein-, zweiwertigen usw. Ionen. Die Ionisierung erfolgt durch Energiezufuhr, beispielsweise auch durch Einwirkung radioaktiver Strahlung.

**Isotope:** Verschiedene „Sorten“ eines chemischen Elements; d. h., die Kerne enthalten bei gleicher Ordnungszahl (→), also Protonenzahl (→), verschieden viele Neutronen (→). Die Isotope haben folglich verschiedene Massenzahlen (→). Sie verhalten sich chemisch gleich. Gegenwärtig sind rund 300 natürliche und weit über 1000 radioaktive (instabile) Isotope bekannt. Nicht alle Elemente haben natürliche Isotope. Die meisten natürlichen Isotope hat Zinn (10), die meisten Isotope Xenon (22, davon 9 natürliche).

**Isotopenbatterie:** Vorrichtung zur Erzeugung von Elektroenergie aus der Zerfallsenergie radioaktiver Nuklide (→). Man unterscheidet direkte und indirekte Energieumwandlung; die heutigen Geräte technischer Bestimmung arbeiten alle ausschließlich nach dem indirekten Prinzip (Zerfallsenergie – Wärme – thermoelektrischer Generator bzw. thermoionischer Konverter). Die Isotopenbatterie zeichnet sich gegenüber den chemischen Batterien durch lange Lebensdauer (Jahre bis Jahrzehnte) und wesentlich kleinere Masse pro erzeugter Energie aus. Anwendung in Satelliten, entlegenen Wetterstationen, Leuchtbojen usw.



# Das Periodensystem der Elemente

Periode	Gruppe 0	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III		Gruppe
		Neben- gruppe	Haupt- gruppe	Neben- gruppe	Haupt- gruppe	Neben- gruppe	Haupt- gruppe	Neben- gruppe
0			1 <b>H</b> Wasserstoff					
1	(rel. Atommasse) 4 (Ordnungszahl) 2 <b>He</b> Helium		7 3 <b>Li</b> Lithium		9 4 <b>Be</b> Beryllium		11 5 <b>B</b> Bor	
2	(rel. Atommasse) 20 (Ordnungszahl) 10 <b>Ne</b> Neon		23 11 <b>Na</b> Natrium		24 12 <b>Mg</b> Magnesium		27 13 <b>Al</b> Aluminium	
3	(rel. Atommasse) 40 (Ordnungszahl) 18 <b>Ar</b> Argon		39 19 <b>K</b> Kalium		40 20 <b>Ca</b> Kalzium	45 21 <b>Sc</b> Skandium	70 31 <b>Ga</b> Gallium	48 22 <b>Ti</b> Titan
		63,5 29 <b>Cu</b> Kupfer		65 30 <b>Zn</b> Zink				
4	(rel. Atommasse) 84 (Ordnungszahl) 36 <b>Kr</b> Krypton		85,5 37 <b>Rb</b> Rubidium		88 38 <b>Sr</b> Strontium	89 39 <b>Y</b> Yttrium	115 49 <b>In</b> Indium	91 40 <b>Zr</b> Zirkonium
		108 47 <b>Ag</b> Silber		112,4 48 <b>Cd</b> Kadmium				
5	(rel. Atommasse) 131 (Ordnungszahl) 54 <b>Xe</b> Xenon		133 55 <b>Cs</b> Zäsium		137 56 <b>Ba</b> Barium	139 57 <b>La</b> <sup>1)</sup> Lanthan	204 81 <b>Tl</b> Thallium	178,5 72 <b>Hf</b> Hafnium
		197 79 <b>Au</b> Gold		200,5 80 <b>Hg</b> Quecksilber				
6	(rel. Atommasse) 222 (Ordnungszahl) 86 <b>Rn</b> Radon		223 87 <b>Fr</b> Franzium		88 <b>Ra</b> Radium	90–103 89 <b>Ac</b> <sup>2)</sup> Aktinium		

1) Lanthanide oder Elemente der Lanthanreihe (auf das Element Lanthan folgend, gehören alle noch der Nebengruppe III an)

140 58 <b>Ce</b> Zer	141 59 <b>Pr</b> Praseodym	144 60 <b>Nd</b> Neodym	145 61 <b>Pm</b> Promethium	150 62 <b>Sm</b> Samarium	152 63 <b>Eu</b> Europium	157 64 <b>Gd</b> Gadolinium
----------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

2) Aktinide oder Elemente der Aktiniumreihe (auf das Element Aktinium folgend, gehören alle noch der Nebengruppe III an)

232 90 <b>Th</b> Thorium	231 91 <b>Pa</b> Protaktinium	238 92 <b>U</b> Uran	237 93 <b>Np</b> Neptunium	244 94 <b>Pu</b> Plutonium	243 95 <b>Am</b> Amerizium	247 96 <b>Cm</b> Kuriem
--------------------------------	-------------------------------------	----------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------

Die Zahlen bei „relative Atommasse“ stellen jeweils aufgerundete Werte dar

IV	Gruppe V		Gruppe VI		Gruppe VII		Gruppe VIII		
Haupt- gruppe	Neben- gruppe	Haupt- gruppe	Neben- gruppe	Haupt- gruppe	Neben- gruppe	Haupt- gruppe	Nebengruppe		
12 6 <b>C</b> Kohlenstoff		14 7 <b>N</b> Stickstoff		16 8 <b>O</b> Sauerstoff		19 9 <b>F</b> Fluor			
28 14 <b>Si</b> Silizium		31 15 <b>P</b> Phosphor		32 16 <b>S</b> Schwefel		35,5 17 <b>Cl</b> Chlor			
72,5 32 <b>Ge</b> Germanium	51 23 <b>V</b> Vanadium	75 33 <b>As</b> Arsen	52 24 <b>Cr</b> Chrom	79 34 <b>Se</b> Selen	55 25 <b>Mn</b> Mangan	80 35 <b>Br</b> Brom	56 26 <b>Fe</b> Eisen	59 27 <b>Co</b> Kobalt	59 28 <b>Ni</b> Nickel
119 50 <b>Sn</b> Zinn	93 41 <b>Nb</b> Niob	122 51 <b>Sb</b> Antimon	96 42 <b>Mo</b> Molybdän	127,5 52 <b>Te</b> Tellur	97 43 <b>Tc</b> Technetium	127 53 <b>J</b> Jod	101 44 <b>Ru</b> Ruthenium	103 45 <b>Rh</b> Rhodium	106,4 46 <b>Pd</b> Palladium
207 82 <b>Pb</b> Blei	181 73 <b>Ta</b> Tantal	209 83 <b>Bi</b> Wismut	184 74 <b>W</b> Wolfram	209 84 <b>Po</b> Polonium	186 75 <b>Re</b> Rhenium	210 85 <b>At</b> Astat	190 76 <b>Os</b> Osmium	192 77 <b>Ir</b> Iridium	195 78 <b>Pt</b> Platin
04 <b>(Ku)</b> (Kurtschatovium)	105 „105“								

An das letzte Element der Lanthanide schließt sich das Element Hafnium an (vergleiche Ordnungszahlen)

159 65 <b>Tb</b> Terbium	162,5 66 <b>Dy</b> Dysprosium	165 67 <b>Ho</b> Holmium	167 68 <b>Er</b> Erbium	169 69 <b>Tm</b> Thulium	173 70 <b>Yb</b> Ytterbium	175 71 <b>Lu</b> Lutetium
--------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---------------------------------

An das letzte Element der Aktinide schließt sich das Element Kurtschatovium an (vergleiche Ordnungszahlen)

247 97 <b>Bk</b> Berkelium	251 98 <b>Cf</b> Kalifornium	254 99 <b>Es</b> Einsteinium	253 100 <b>Fm</b> Fermium	256 101 <b>Md</b> Mendelevium	251 <b>(No)</b> (Nobelium)	257 103 <b>Lr</b> Lawrenzium
----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------	------------------------------------

# K

**Kernbrennstoffzyklus:** Summe der Vorgänge von der Einführung des Brenn- oder Brutstoffes in den Kernreaktor bis zur Auswechslung, Aufarbeitung und eventuellen Wiedereinführung in den Reaktor. Die Art des Zyklus hängt ab vom verwendeten Kernbrennstoff (z. B. Uran-Plutonium- und Thorium-Uran-Zyklus). Die hochradioaktiven Spaltprodukte werden ebenfalls chemisch abgetrennt und als radioaktive Abfälle (→) beseitigt.

**Kernenergie:** für den Zusammenhalt des Kerns notwendige Energie, die um das Hunderttausend- bis Millionenfache höher als die elektromagnetische Energie der Hülle ist. Ihre Nutzbarmachung ist bis jetzt gesteuert nur durch die Uran- und Thorium-Kernspaltung (→) mit anschließender Kettenreaktion möglich; ein Prozeß, der ebenso wie die noch energiereichere Kernfusion (→) in Fixsternen abläuft.

Ungesteuert wurde Kernenergie sowohl aus Kernspaltungs- als auch aus Kernfusionsreaktionen gewonnen, und zwar in Form von Kernsprengsätzen mit verheerender Wirkung. Während die USA dieses Kapitel der angewandten Kernphysik (→) mit ihren verbrecherischen Atombombenabwürfen (→ Kernwaffen) auf die japanischen Städte Hiroshima und Nagasaki, also mit hunderttausendfachem Mord, eröffneten, gibt es in der Sowjetunion sehr starke Bemühungen und auch erste praktische Erfolge, Kernsprengsätze für friedliche Zwecke anzuwenden, beispielsweise zum Sprengen von Bergen, damit Flüsse zu Bewässerungszwecken umgeleitet werden können.

**Kernfusion:** Aufbau schwerer Kerne durch Verschmelzung leichterer. Bis herauf zum Eisen im Periodensystem (→) erfolgt die Fusion unter Energieabgabe. Bei noch schwereren Kernen müßte dafür äußere Energie aufgewendet werden. Die Verbrennung von Wasserstoff zu Helium und von Helium zu Kohlenstoff, Sauerstoff und anderen Elementen liefert den weitaus größten

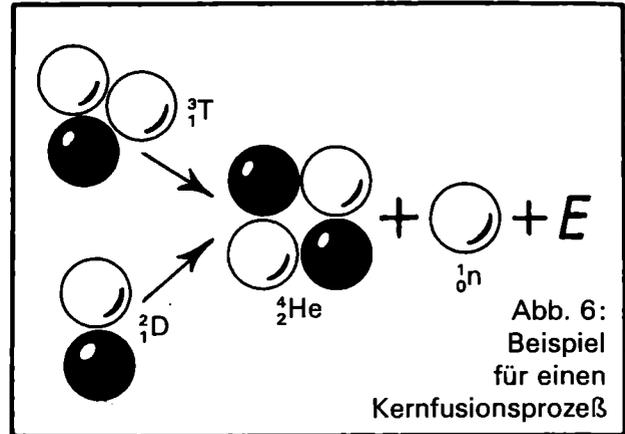


Abb. 6:  
Beispiel  
für einen  
Kernfusionsprozeß

Teil der Energie der Gestirne. Experimentelle Versuche zur gesteuerten Heliumfusion in den Laboratorien der Sowjetunion, z. B. in Dubna, zeigen gute Anfangserfolge. Aller Voraussicht nach werden gesteuerte Kernfusionsprozesse etwa nach dem Jahr 2000 einen sehr großen Teil des Energiebedarfs auf unserer Erde decken.

Die Abb. 6 ist ein Beispiel für einen Kernfusionsprozeß. Aus einem Tritiumkern ( ${}^3_1\text{T}$ ) und einem Deuteriumkern ( ${}^2_1\text{D}$ ) entsteht ein Heliumkern ( ${}^4_2\text{He}$ ), ein Neutron und ein Energiebetrag.

**Kernkraftwerk:** Wärmekraftwerk, in dem die in einem Leistungsreaktor durch Kernspaltungen (→) erzeugte Wärmeenergie über die Stufen wärmeaustauschendes Medium (Wasserdampf, He,  $\text{CO}_2$ , Metaldampf) – Turbine – Generator in Elektroenergie umgewandelt wird. Der Wirkungsgrad beträgt dabei – wie in modernen Wärmekraftwerken 30 bis 40%, d. h., der größte Teil der Wärme geht ungenutzt an die Umgebung (Gewässer oder Luft) verloren.

Die Abb. 7 zeigt das vereinfachte Schema der Arbeitsweise eines Kernkraftwerkes.

**Kernladung:** Anzahl der positiven Ladungen, also der Protonen (→) in einem Atomkern (→).

**Kernmodell:** anschauliche Darstellung für den Atomkern.

Das Kernmodell soll die erkannten Eigenschaften

ten des Atomkerns wiedergeben und die Erforschung weiterer erleichtern.

**Kernphysik:** Zweig der Physik, dessen Ziel die Erforschung und Beschreibung des Atomkerns und seiner Bausteine ist. Neben dem Gewinnen neuer grundlegender Erkenntnisse besteht der Hauptteil dieser Forschungen vor allem letztlich darin, die in den Atomkernen ablaufenden Prozesse technisch auszunutzen.

**Kernreaktion:** Wechselwirkung eines Atomkerns ( $\rightarrow$ ) mit Elementarteilchen ( $\rightarrow$ ), die mit einer Umwandlung des Kerns verbunden ist. Hierzu gehören auch die radioaktiven Zerfälle, Kernspaltungen ( $\rightarrow$ ) und Kernfusionen ( $\rightarrow$ ).

**Kernreaktor:** Anlage, in der eine gesteuerte Kernspaltungs-Kettenreaktion ( $\rightarrow$ ) abläuft. Die Kernreaktoren werden nach der Art des sog. Moderators ( $\rightarrow$ ) (leichtes Wasser [ $H_2O$ ], schweres Wasser [ $D_2O$ ], Graphit), des Wärmeübertragers (Wasser, Gas, geschmolzenes Metall), des Energiebereichs der Neutronen ( $\rightarrow$ ) und der Struktur der Spaltzone unterteilt.

**Kernspaltung:** Spaltung schwerer Atomkerne ( $\rightarrow$ ), z. B. des Urans ( $\rightarrow$ ) oder des Plutoniums ( $\rightarrow$ ), durch einen Stoß eines Teilchens, z. B. Neutrons ( $\rightarrow$ ), in zwei Kerne mittleren Atomgewichts ( $\rightarrow$ ), die stark radioaktiv sind. Bei jeder Spaltung werden eine große Energiemenge, etwa 200 MeV

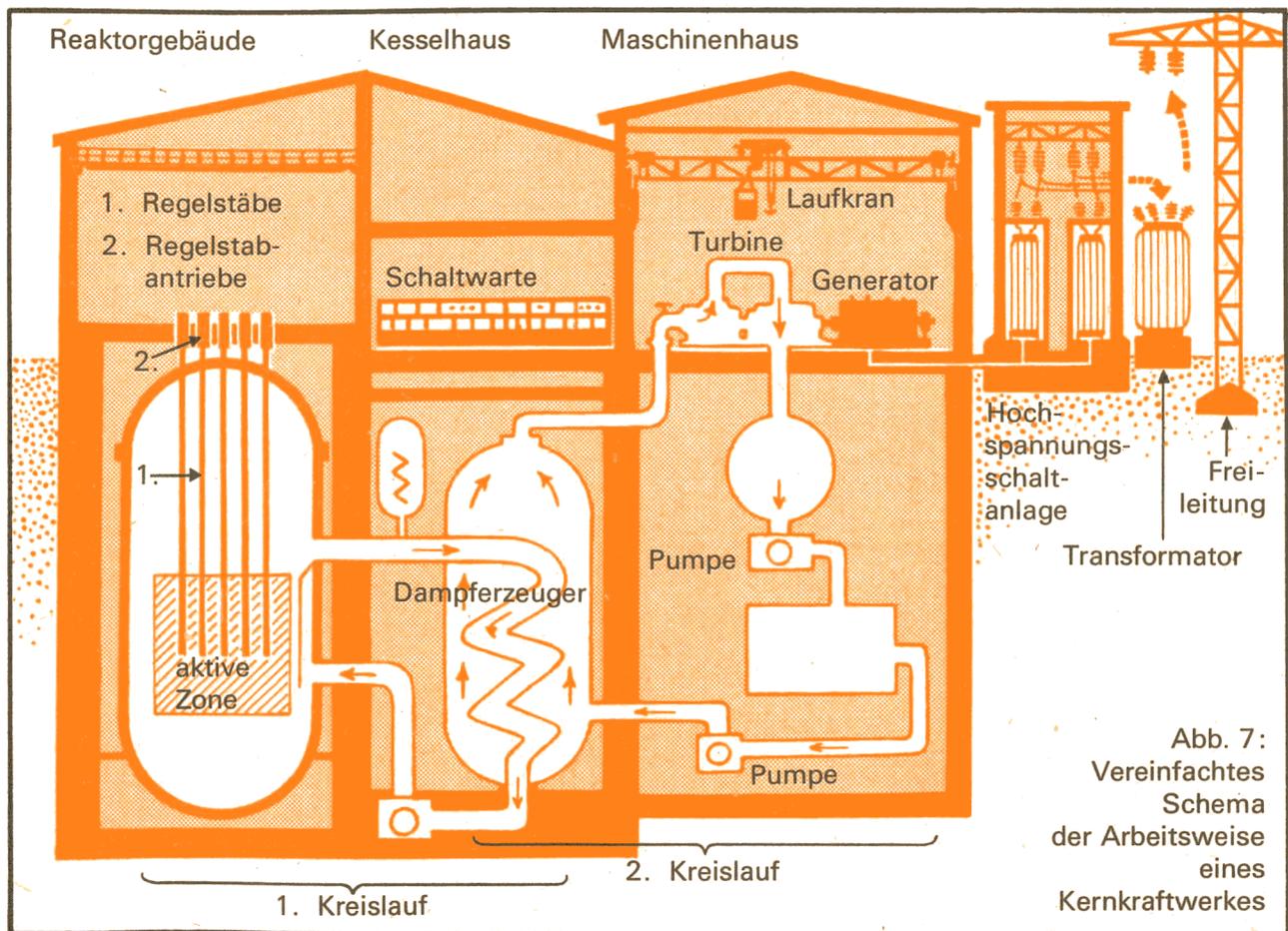
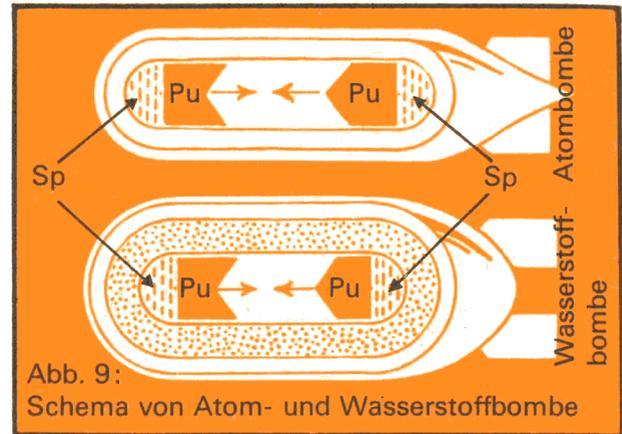
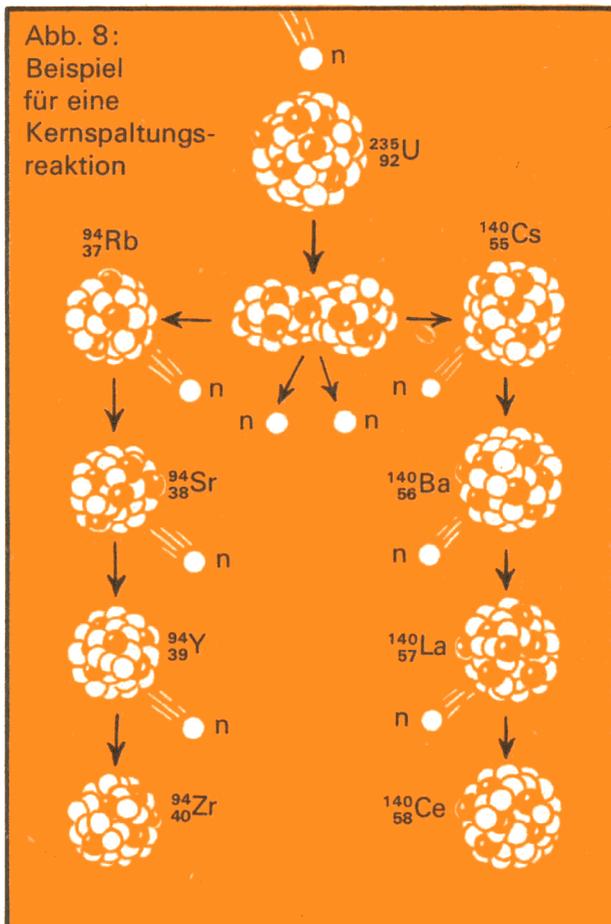


Abb. 7:  
Vereinfachtes  
Schema  
der Arbeitsweise  
eines  
Kernkraftwerkes

(→), sowie 2 oder mehrere Neutronen (→) frei, die zu weiteren Spaltungsvorgängen führen können (Kettenreaktion [→]). Die Kernspaltung des Urans wurde 1938 durch die Physiker Hahn und Straßmann entdeckt.

In der Abb. 8 ist ein Beispiel für eine Kernspaltungsreaktion dargestellt. Durch Neutronenbeschuß ausgelöst, zerfällt der Atomkern von Uran 235. Die Zerfallsprodukte sind ebenfalls radioaktiv und wandeln sich unter Neutronenausstoß stufenweise weiter um.

**Kernwaffen:** eine Waffenart, deren Wirkung auf der bei Kernspaltungen (→ Atombombe) oder bei Kernfusionen (→ Wasserstoffbombe) frei-



gesetzten Energie und radioaktiven Spaltprodukten (→) beruht. Eine Wasserstoffbombe muß durch eine Atomsprengladung gezündet werden.

Die Abb. 9 zeigt das Schema einer Atombombe (oben) und einer Wasserstoffbombe (unten). Bei der Atombombe werden durch kleine Sprengladungen (Sp) zwei oder mehrere sogenannte unterkritische Massen eines Spaltstoffes (hier ist es Plutonium) zusammengeschossen. Die Kettenreaktion (→) setzt sofort ein. Die Bombe explodiert. Bei der Wasserstoffbombe wird ein Mantel (M) aus z. B. deuteriumhaltigem (→) Material durch eine Atombombenexplosion so stark erhitzt, daß spontan eine Kernfusionsreaktion (→) einsetzt.

Durch verbrecherische Atombombenabwürfe der USA-Imperialisten 1945 in Hiroshima und Nagasaki wurden 320 000 Menschen ermordet.

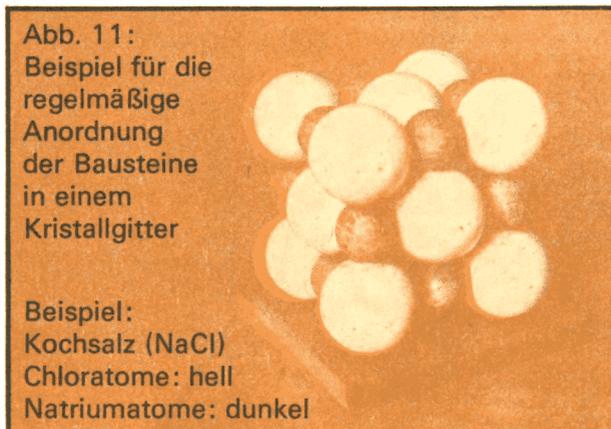
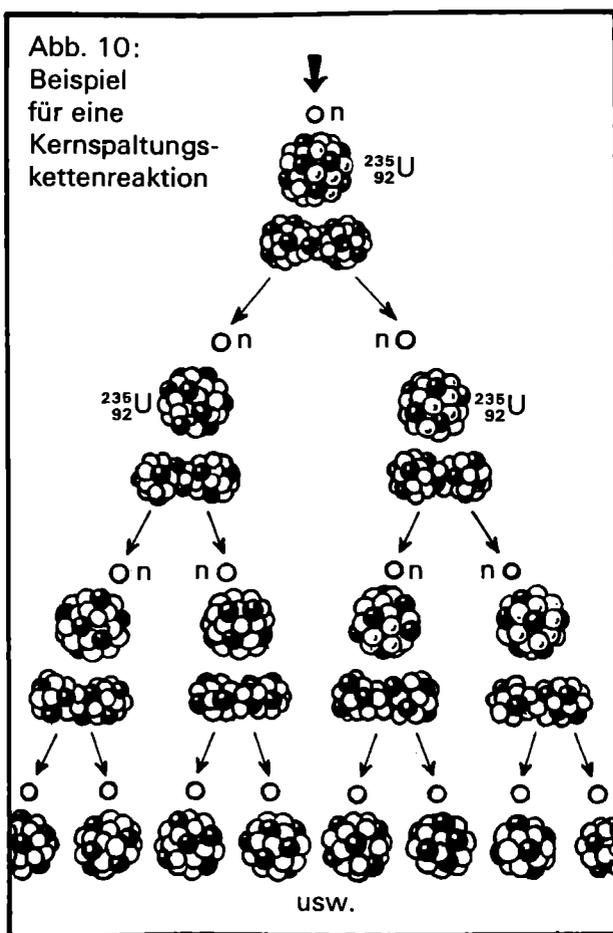
Seit 1963 besteht ein Verbot der überirdischen Versuche, seit 1969/70 besteht durch Initiative der Sowjetunion ein internationales Abkommen über die Nichtweiterverbreitung nuklearer Waffen.

**Kettenreaktion:** kernphysikalisch: Aufrechterhalten einer Kernreaktion (→) (Kernspaltung [→] wie Kernfusion [→]) durch ständige „Nachlieferung“ der die Reaktion bewirkenden Neutronen

mindestens in dem Maße, wie sie verbraucht werden.

Die Abb. 10 zeigt eine Kettenreaktion am Beispiel einer Kernspaltungsreaktion (→). Die aus dem sich teilenden Kern freigesetzten Neutronen treffen auf benachbarte Kerne und lösen deren Spaltung aus.

**Kosmische Strahlung:** Diese stammt zum weit-aus überwiegenden Teil von der Sonne, der Rest aus dem Weltraum. Sie besteht aus Bruchstücken kernphysikalischer Reaktionen in Gesteinen. Beim Auftreffen auf Gasmoleküle der Erdatmosphäre lösen die kosmischen Teilchen Sekundärreaktionen aus (z. B. Nordlicht, Ioni-



sierung von Atomen). Zusammensetzung der kosmischen Strahlung: Auf je 1000 Protonen (→) kommen etwa 80 Alpha-Teilchen (→) und 15 schwerere Teilchen.

**Kristall:** Als Kristalle werden alle festen und neuerdings auch flüssigen Stoffe von definierter chemischer Zusammensetzung mit in Raumgittern geordneten Einzelbausteinen (z. B. Kochsalze, Metallkristalle) bezeichnet. Wesentlich für die Anordnung ist der innere Bau eines Stoffes, nicht die äußere Form.

Die Abb. 11 zeigt ein Beispiel für die regelmäßige Anordnung der Bausteine in einem Kristallgitter.

## M

**Massenzahl:** Die Massenzahl ist gleich der Summe von Protonen und Neutronen in einem Atomkern.

**Moderator:** Darunter versteht man einen Stoff, der Neutronen hoher Energie auf geringe Energie abbremst. Die zwei Hauptforderungen an einen Moderator, Neutronen schnell abzubremsen und möglichst nicht zu absorbieren, werden von leichten Elementen (leichtes und schweres Wasser [→], Beryllium, Graphit) am besten erfüllt. Verwendung in Kernreaktoren (→), die mit langsamen (thermischen) Neutronen arbeiten.

**Molekül:** Es besteht aus mindestens zwei Atomen, eine durch chemische Bindungskräfte (Valenz) zusammengehaltene elektrisch neutrale Verbindung (Abb. 2c).

**Mutation:** plötzliche Veränderung der Erbanlagen (Gene, Chromosomen) von Lebewesen, zum Beispiel durch Einwirkung radioaktiver Strahlung.

## N

**Neutron:** elektrisch neutrales Elementarteilchen ( $\rightarrow$ ), Baustein der Atomkerne ( $\rightarrow$ ), Symbol n oder  ${}_0^1\text{n}$ .

**Nukleon:** zusammenfassende Bezeichnung für Proton ( $\rightarrow$ ) und Neutron ( $\rightarrow$ ) als Bausteine der Atomkerne ( $\rightarrow$ ).

**Nuklid:** Allgemeine Bezeichnung für eine durch die Anzahl der Protonen und Neutronen festgelegte Kernart. Häufig wird hierfür fälschlich der Begriff Isotop ( $\rightarrow$ ) verwendet.

## O

**Ordnungszahl:** Atomnummer im Periodensystem ( $\rightarrow$ ) der Elemente, Kernladungszahl ( $\rightarrow$ ).

## P

**Periodensystem:** 1869 von D. Mendelejew und L. Meyer unabhängig voneinander aufgefundene gesetzmäßige Anordnung der chemischen Elemente ( $\rightarrow$ ), die die periodische Wiederholung ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften ausdrückt. Diese Periodizität der Eigenschaften wird durch die Gesetzmäßigkeiten im Aufbau der Elektronenhülle ( $\rightarrow$ ) des Atoms bedingt.

Die Haupt- und Nebengruppen des Periodensystems enthalten jeweils verwandte Elemente (siehe Periodensystem Seiten 70/71).

**Photon:** Energieträger der elektromagnetischen Strahlung, überträgt die elektromagnetische Wechselwirkung zwischen den Körpern.

**Plasma:** der sogenannte 4. Aggregatzustand (neben fest, flüssig, gasförmig). Es ist ein hoch erhitztes Gas, dessen Teilchen in Ionen ( $\rightarrow$ ) und Elektronen ( $\rightarrow$ ) zerfallen sind. Das gesamte Plasma ist nach außen hin neutral. Die Plasmaforschung ist wichtig für die Untersuchung der Kernfusion ( $\rightarrow$ ), für die Hochtemperatur- und Hochdruckchemie und -physik und die Energie-direktumwandlung.

**Plutonium:** Symbol Pu, künstlich erzeugtes Element ( $\rightarrow$ ), Ordnungszahl 94, das Isotop  ${}_{94}^{239}\text{Pu}$  ist ein guter Spaltstoff, der aus dem schlecht spaltbaren  ${}_{92}^{238}\text{U}$  entsteht.

**Positron:** Antiteilchen ( $\rightarrow$ ) des Elektrons ( $\rightarrow$ ), positiv geladen.

**Proton:** positiv geladenes Elementarteilchen ( $\rightarrow$ ), Baustein der Atomkerne ( $\rightarrow$ ), zugleich einfachster Atomkern des (leichten) Wasserstoffs, Symbol p,  ${}_1^1\text{p}$  oder  ${}_1^1\text{H}$ .

## R

**radioaktive Abfälle:** radioaktive Substanzen, die beim Betrieb von Kernreaktoren ( $\rightarrow$ ), bei der Wiederaufarbeitung der abgebrannten Kernbrennstoffe oder bei der Herstellung und Anwendung radioaktiver Nuklide ( $\rightarrow$ ) anfallen und nicht weiter verwendbar sind. Sie müssen sicher und für lange Zeit, von der Umgebung isoliert, in besonderen Behältern einzementiert oder einbituminiert gelagert werden, z. B. in stillgelegten Salzbergwerken, wobei die Radioaktivität ( $\rightarrow$ ) allmählich abklingt.

Auf diesem Gebiet zeigt sich das Profitstreben bestimmter kapitalistischer Konzerne besonders deutlich. In Japan z. B. lagerte man radioaktive Abfälle auf dem Meeresgrund. Man machte sich aber nicht die Mühe, sie in entfernter liegende, erdbebensichere Meeresgebiete zu transportieren, sondern beförderte sie – weil es billiger war – ziemlich nahe der Küste in erdbebengefährdete Gebiete. Bei einem darauffolgenden Beben wurden einige der Abfallbehälter beschädigt oder zerstört und die Umgebung ge-



Abb. 12:  
Möglichkeiten  
der  
Lagerung  
radioaktiver  
Abfälle

fährlich radioaktiv verseucht. Auf japanischen Märkten mußten deshalb beispielsweise die Fische genauestens mit Zählrohren (→ Geiger-Zähler) untersucht und z. T. vernichtet werden – ähnlich, wie es in früheren Jahren bei den amerikanischen Atombombenversuchen in diesem Gebiet erforderlich war.

Die Abb. 12 zeigt verschiedene Möglichkeiten, um radioaktive Abfälle sicher aufzubewahren.

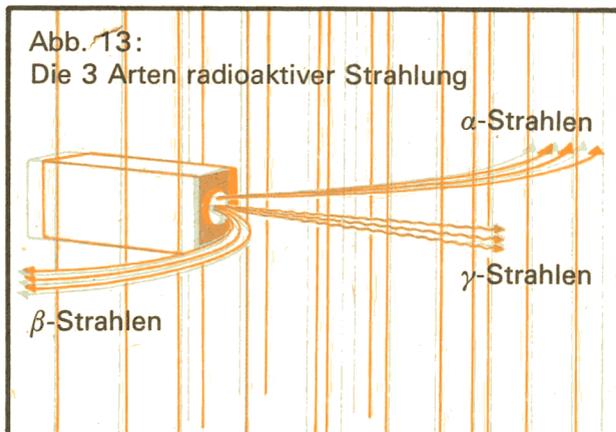
**Radioaktivität:** Eigenschaft mancher Atomkerne (→), sich ohne äußeren Einfluß unter der Aussendung von Teilchen- oder Wellenstrahlung in andere Atomkerne umzuwandeln. Durch Bestrahlung stabiler Atomkerne (vor allem mit Neutronen [→]) entstehen künstliche radioaktive Isotope (→). Wir unterscheiden hauptsächlich 3 Arten radioaktiver Strahlung: Alphastrahlung, Betastrahlung und Gammastrahlung.

Die Alphastrahlung ( $\alpha$ -Strahlung) ist eine Teilchenstrahlung. Sie besteht aus energiereichen, zweifach positiv geladenen Atomkernen des Edelgases Helium. Diese enthalten 2 Protonen (→) und 2 Neutronen (→), haben folglich die Masse 4, das kernphysikalische Symbol ist  ${}^4_2\text{He}$ . Die Alphastrahlung tritt häufig bei der natürlichen Radioaktivität auf, z. B. bei Uran oder Thorium. Sie hat für jeden radioaktiven Kern einen ganz bestimmten charakteristischen Energiewert.

Die Betastrahlung ( $\beta$ -Strahlung) ist ebenfalls eine Teilchenstrahlung, bestehend aus Elektronen (→) ( $\beta$ -Teilchen). Sie tritt häufig bei der künstlich erzeugten Radioaktivität auf (Betazerfall).

Die Gammastrahlung ( $\gamma$ -Strahlung) ist eine bei vielen Kernreaktionen (→), besonders bei radioaktiven Zerfällen auftretende, sehr energiereiche und durchdringende elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen von  $10^{-9}$ ... $10^{-14}$  cm.

In der Abb. 13 sind die drei Arten der radioaktiven Strahlung dargestellt. Sie verhalten sich in einem Magnetfeld (senkrechte Linien) unterschiedlich: Die relativ leichten Elektronen ( $\beta$ -Strahlung, negativ geladen) werden am stärksten abgelenkt,



wesentlich schwächer die aus relativ schweren Teilchen bestehende  $\alpha$ -Strahlung. Die  $\gamma$ -Strahlung (elektromagnetische Wellen) wird durch das Magnetfeld nicht beeinflusst.

**Radionuklide:** radioaktive Atomkernarten (Nuklide)

**Reaktor:** (→) Kernreaktor

**Röntgenstrahlung:** kurzwellige elektromagnetische Strahlung ähnlich der Gammastrahlung (→), entsteht z. B. bei Kernreaktoren und beim Auftreffen energiereicher Elektronen (→) auf eine Elektrode (Anode) aus Metall.

## S

**schweres Wasser:**  $D_2O$  Deuteriumoxid. Das natürliche Wasser enthält 0,016%  $D_2O$ , der überwiegende Anteil besteht aus leichtem d. h. gewöhnlichem Wasser  $H_2O$ .

**Spaltmaterial:** Spaltstoffe, Bezeichnung für die gut mit Neutronen (→) spaltbaren Nuklide  $^{239}_{92}Pu$ ,  $^{241}_{92}Pu$ ,  $^{233}_{92}U$  und  $^{235}_{92}U$ , von denen nur das letztere zu 0,71% im natürlichen Uran (→) vorkommt, die anderen können aus Brutmaterial durch Bestrahlung mit Neutronen (→) in einem Kernreaktor (→) erzeugt werden.

**Strahlenschutz:** Schutz vor radioaktiver Strahlung oder Röntgenstrahlung, z. B. Blei, Beton, Bitumen.

**Synchrotron:** Teilchenbeschleuniger (→), genauer Kreisbeschleuniger (Abb. 14), für Elektronen (→) und Protonen (→) geeignet. Zur Zeit größtes Protonensynchrotron in Serpuchow (UdSSR) für 76 GeV (→eV), das 1967 in Betrieb genommen wurde. Der Durchmesser der Protonenbahn mißt 470 Meter.

**Synchrophasotron:** Bezeichnung des sowjetischen Protonensynchrotrons in Dubna. Inbetriebnahme 1957, Energie 10 GeV (→eV). **Teilchenbeschleuniger:** Gerät zur Beschleunigung geladener Teilchen auf hohe Energien. Dient zum Beschuß von Atomkernen, zur Erforschung des Aufbaus der Atomkerne (→) und der Elementarteilchen (→). Man unterscheidet Kreisbeschleuniger mit geschlossener oder spiralförmiger Teilchenbahn (Betatron, Synchrotron, Zyklotron) und Linearbeschleuniger (Kaskadengenerator, Van-der-Graaf-Generator, Wanderwellenbeschleuniger). (→ Synchrotron, Synchrophasotron, Zyklotron).

In der Abb. 14 ist das Funktionsschema eines Ringbeschleunigers (Synchrotron) zu sehen. Die geladenen Elementarteilchen werden in den Beschleuniger eingeschossen und dort durch elektrische Felder immer mehr beschleunigt. Starke Magnetfelder zwingen die Teilchen auf eine etwa kreisförmige Bahn. Am Ende der Beschleunigungsphase werden sie wieder aus dem Ring herausgelenkt und auf eine Zielsubstanz („Target“) geschossen.

## T

**Tritium:** überschweres Isotop (→) des Wasserstoffs, Symbole  $^3_1H$ , T oder  $t$ . Zwischenprodukt der Kernfusion (→) leichter Elemente. Der Atomkern besteht aus einem Proton (→) und zwei Neutronen (→).

**Thorium:** Symbol Th, Ordnungszahl 90. Das natürliche Th besteht zu 100% aus dem Isotop  $^{232}_{90}Th$ , das sehr schlecht spaltbar ist, das aber als Brutmaterial (→) in einem Reaktor zur Erzeugung des sehr gut spaltbaren  $^{233}_{92}U$  dienen kann.



**Transurane:** Zusammenfassende Bezeichnung für die künstlich erzeugten chemischen Elemente mit Ordnungszahlen ( $\rightarrow$ ) über 92. Die bisher höchsten Ordnungszahlen haben Kurtschatovium (104) und das noch nicht benannte Element 105.

Die Transurane können dadurch erzeugt werden, daß man massereiche Atomkerne mit ebenfalls verhältnismäßig massereichen Ionen beschießt. Das Element 105 z. B. stellten sowjetische Physiker in Dubna dadurch her, daß sie Atomkerne von Americium 243 mit Neon-22-Ionen beschossen. Dabei lagerten sich beide Atomkerne aneinander, und über einen Zwischenkern entstand ein neues Nuklid, das mit Sicherheit die Ordnungszahl 105 sowie wahrscheinlich die Massenzahl 261 hatte. Dieser neue Kern besaß u. a. die Eigenschaft, mit einer Halbwertszeit ( $\rightarrow$ ) von etwa 2 s spontan zu zerfallen, und zwar wahrscheinlich unter Aussendung von  $\alpha$ -Strahlen.

## U

**Uran:** Symbol U, Ordnungszahl 92. Das natürliche Uran besteht aus den beiden Isotopen ( $\rightarrow$ )  $^{235}_{92}\text{U}$  (0,71%) und  $^{238}_{92}\text{U}$  (99,29%), nur das erstere ist gut mit Neutronen ( $\rightarrow$ ) spaltbar, während das zweite häufig als Brutmaterial dient.

## Z

**Zählrohr:** Geiger-Zähler ( $\rightarrow$ )

**Zyklotron:** Kreisbeschleuniger mit Spiralbahn, für Protonen ( $\rightarrow$ ) und auch schwere Ionen ( $\rightarrow$ ) geeignet. Gerät zum Vielfachbeschleunigen von Atomkernen, vor allem Protonen, auf hohe Energien, wobei die Teilchen auf Kreisbahnen beschleunigt werden, die bei hoher Geschwindigkeit zu Spiralbahnen übergehen.

# Inhaltsverzeichnis

Buffke ist nicht von gestern	Seite 8
Künstliche Spürhunde	Seite 15
Die Strahlenküche	Seite 18
Der Isotopenfritz	Seite 20
Die Atomartillerie	Seite 23
Das Protonenkarussell	Seite 25
Am kupfernen Faden	Seite 28
Fahrt ohne Spur	Seite 37
Das Kraftwerk im Nordmeer	Seite 41
Die Strahlenlupe	Seite 44
Sivaji und die Gammastrahlen	Seite 46
Der „eiserne“ Weizen	Seite 51
Entdeckung einer Atomuhr	Seite 54
Der Traum des Rotarmisten	Seite 57
Die verwandelte Sonne	Seite 59
Kleines Atomlexikon	Seite 65





1935

Hideki Yukawa  
erklärt die Kernkräfte mit Hilfe  
von bestimmten Kernteilchen.



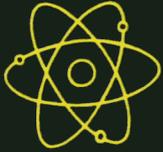
1944/45

W. J. Veksler und McMillan  
entdecken unabhängig voneinander  
das Prinzip  
des Protonensynchrotrons,  
eines neuen Typs  
von Teilchenbeschleunigern.



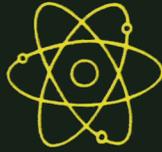
1953

Die Sowjetunion  
verfügt über Wasserstoffbomben.



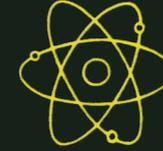
1938

Otto Hahn und Fritz Straßmann  
entdecken  
die Kernspaltung von Uran 235.  
Lise Meitner und Otto Frisch  
erklären den Prozeß.  
Frédéric Joliot-Curie  
weist auf die Möglichkeit einer  
Kettenreaktion hin.



1945

Im Juli dieses Jahres erfolgt  
in New-Mexiko (USA) die erste  
Atombomben-Versuchsexplosion.  
Im August vernichten die USA  
die japanischen Städte  
Hiroshima und Nagasaki.  
Über 300 000 Menschen  
erleiden einen grauenvollen Tod.



1954

In der UdSSR wird in Obninsk  
das erste Atomkraftwerk der Welt  
mit einer elektrischen Leistung  
von 5 MW in Betrieb genommen.



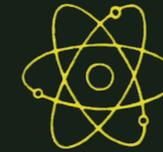
1940/41

McMillan und Glenn Seaborg  
entdecken die Transuranelemente  
Neptunium  
(Nr. 93 im Periodensystem)  
und Plutonium (Nr. 94).



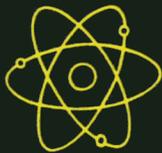
1949

Die Sowjetunion  
besitzt Atombomben und trägt  
damit entscheidend zur  
Sicherung des Weltfriedens bei.



1955

Die UNO veranstaltet in Genf  
die „Erste Internationale  
Konferenz über die friedliche  
Anwendung der Atomenergie“.  
Das Element Mendelevium (101)  
wird entdeckt.



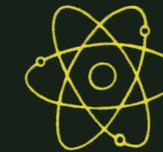
1942

Enrico Fermi  
nimmt den ersten Kernreaktor  
in Betrieb,  
in dem eine kontrollierte  
Kernspaltungskettenreaktion  
abläuft.



1952

Erste amerikanische  
Wasserstoffbombe explodiert  
auf dem Eniwetok-Atoll (Südsee).  
A. Ghiorso entdeckt die Elemente  
Einsteinium (99) und Fermium (100).



1956

Igor Kurtschatow  
berichtet über erste  
erfolgreiche Fusionsexperimente  
in der UdSSR,  
bei denen leichte Atomkerne  
miteinander verschmelzen  
und hohe Energien frei werden.



1957

In der sowjetischen Stadt Dubna wird das Synchrophasotron, der zu dieser Zeit größte Protonenbeschleuniger, für 10 GeV in Betrieb genommen. Der erste von der Sowjetunion für die DDR gebaute Forschungsreaktor läuft im Zentralinstitut für Kernforschung, Rossendorf, an.

Das erste Nichtkriegsschiff mit Kernantrieb, der Eisbrecher „Lenin“, läuft vom Stapel.

Das Element Nobelium (102) wird entdeckt.

18 Göttinger Professoren, unter ihnen Max Born, Otto Hahn und Werner Heisenberg, warnen vor den Folgen einer Atomrüstung und lehnen jede Mitwirkung ab.



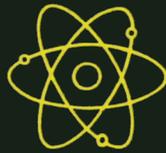
1958

Der sowjetische schnelle Versuchsreaktor BR-5 mit einer thermischen Leistung von 5 MW wird in Obninsk in Betrieb genommen.



1959

Das Element Lawrencium (103) wird entdeckt.



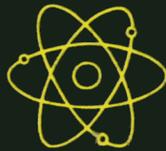
1963

Auf Initiative der Sowjetunion wird ein internationaler Vertrag über das Verbot der Kernwaffenversuche in der Atmosphäre, im Kosmos und unter Wasser ausgearbeitet und von vielen Ländern, auch der DDR, unterzeichnet.



1964

In Dubna (Sowjetunion) wird das Element Kurtschatovium (104) entdeckt.



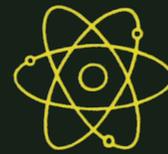
1966

Das erste Kernkraftwerk der DDR, das mit Unterstützung der UdSSR errichtet wurde, wird in Rheinsberg in Betrieb genommen.



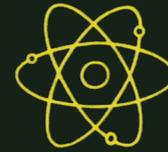
1967

Bei Serpuchow, in der Nähe von Moskau, geht der bisher größte Protonenbeschleuniger für Energien bis 76 GeV in Betrieb.



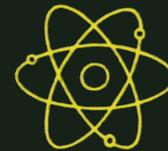
1968

In Dubna (Sowjetunion) wird mit Experimenten begonnen, die zur Entdeckung des Elements 105 führten.



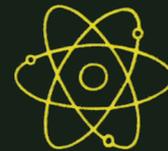
1969

Lew Arzimowitsch und seine Mitarbeiter erreichen mit der sowjetischen Anlage Tokamak 3 in Dubna Ergebnisse, die auf eine kurzzeitige Fusionsreaktion schließen lassen.



1970

Der internationale Vertrag über die Nichtweiterverbreitung von Kernwaffen tritt durch Initiative der Sowjetunion in Kraft. Die DDR gehört zu den ersten Ländern, die den Vertrag unterzeichnen.



1971

Im sowjetischen Kernforschungszentrum Dubna wird systematisch nach den schweren stabilen Elementen 107, 122, 125 gesucht.

