

bild der Wissenschaft



FÜNF JAHRE DANACH

**TSCHERNOBYL -
DIE UNENDLICHE
KATASTROPHE**

HELIOSPHERE

**DIE DUNKLE
SEITE DER
SONNE**

20 SEITEN: TRENDS DER TECHNIK

ROBOTER
IHRE STÄRKEN - IHRE SCHWÄCHEN

Physik

- Blitze unter der Erde** 16
Neutrínoforscher zweifeln an der Sonne.

Medizin

- Sabotage im Knochen** 26
Streit um die Osteoporose-Therapie.

Forschung & Gesellschaft

- Diffuse Grenzen** 34
Militärforschung an deutschen Universitäten.

Tschernobyl

- Die unendliche Katastrophe** 44
Tschernobyl: Ein verlorenes Land.

- Der Sarkophag** 50
Eine ständige Bedrohung.

- Im Stich gelassen** 58
Vor der Angst gibt es kein Entrinnen.

- »Je mehr Ärzte, desto mehr Kranke«** 64
Es traf ein leidgeprüftes Volk.

- Ein Hauch von Hoffnung** 66
Die Rückkehr zum normalen Leben.

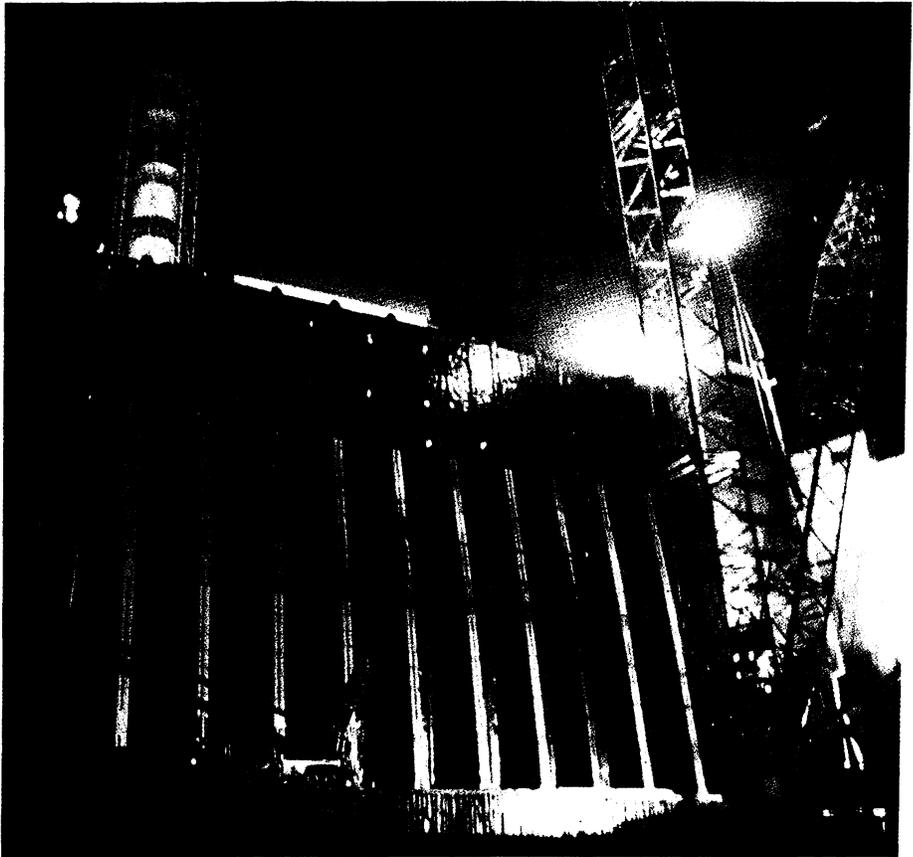
Raumfahrt

- Der Mensch im All** 84
30 Jahre bemannte Raumfahrt.

Im Gespräch

- »Ich bin kein Apostel des Untergangs«** 94
Ein Gespräch mit Prof. Paul Crutzen über die Verantwortung des Wissenschaftlers in Krisenzeiten.

Titelthema



TSCHERNOBYL – DIE UNENDLICHE KATASTROPHE

44

Ein Menetekel droht in Vergessenheit zu geraten – obwohl erst jetzt, nach fünf Jahren, das ganze Ausmaß der bislang größten Katastrophe in einem Kernkraftwerk sichtbar wird. Ob sich die Folgen des Desasters jemals beherrschen lassen, bleibt fraglich. Was haben wir aus dem Super-GAU ge-

lernt? Und: Wie werden die Menschen in Tschernobyl mit den gesundheitlichen, sozialen und psychischen Folgen fertig? Unser Titel (Jürgens/Ost + Europa Photo/Computer Grafik von recom) zeigt das havarierte Kraftwerk direkt nach dem Unfall, das Bild oben (dpa) den einbetonierten Reaktor.

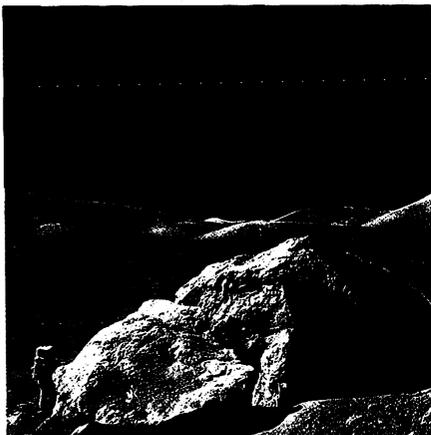


Blitze unter der Erde

16

Wer hat unrecht: Die Astronomen oder die Physiker? Ein Experiment in einem Felsenlabor soll jetzt das Geheimnis um die fehlenden Neutrinos

von der Sonne lüften. Entweder stimmt das bisherige Bild von der Sonne nicht oder die Vorstellungen vom Aufbau der Materie sind falsch.



Der Mensch im All

84

Vor dreißig Jahren umkreiste der erste Mensch seinen Planeten. Das Zeitalter der Raumfahrt war angebrochen. Alles schien möglich, kein Stern war zu weit. Was bleibt nach der Euphorie der frühen Jahre: Abenteuer oder Wissenschaft?



Sabotage im Knochen

26

Millionen Deutsche leiden unter krankhaftem Knochenschwund – der Osteoporose. Werden die Menschen weiterhin immer älter, droht das Siechtum zur Volkskrankheit zu werden. Der Streit um die richtige Therapie ist erneut aufgeflammt.

Podium

Die Atmosphäre der Sonne 100

Die Raumsonde Ulysses untersucht die Heliosphäre

Profil

Die erste deutsche Wissenschaftsastronautin

Dr. Renate Brümmer 140

Trends der Technik

Roboter – ihre Stärken, ihre Schwächen

106–123

Prisma

Die Sphinx im Etrusker-Grab · Schlangenserum aus Eiern · Schwere Wellen in der Luft · Seesterne in Marmor · Sensationelle Röntgenbilder · Erstes Licht für Keck · Weniger Blei im Atlantik · Umwelt-Index 142–151

Aktuell

Nachrichten aus Wissenschaft und Technik 9–12
Hinter den Schlagzeilen: Sieben Stufen für Reaktor-Störfälle 13

Rubriken

Editorial S. 3 · Unterm Strich S. 7 · Namen S. 24 · Szene Japan S. 32 · Szene USA S. 40 · Briefe S. 42 · Bücher S. 70 · Zum Thema S. 74 · Dokumentation S. 75 · Presse international S. 78 · Berufe S. 80 · Forschung & Management S. 126 · Wirtschaft & Wissenschaft S. 128 · Vor 100 Jahren S. 130 · Astronomie heute S. 134 · Das Kabinett S. 138 · Cogito S. 152 · bdw-intern/Impressum S. 154 · Vorschau S. 156

EIN HAUCH VON HOP

Die Rückkehr zum normalen Leben. Ein Meßprogramm aus der Bundesrepublik könnte der Bevölkerung in den kontaminierten Regionen der UdSSR wieder ein menschenwürdiges Dasein ermöglichen.

Fünf Jahre sind seit der Katastrophe von Tschernobyl vergangen, doch die Probleme der Bevölkerung sind in dieser Zeit keineswegs geringer geworden. Im Gegenteil, sie eskalieren noch.

Weil es keine zuverlässigen und verständlichen Informationen gab, breiteten sich nach dem Reaktorunglück Angst und heillose Verwirrung aus. Selbst in deutschen Medien wird kritiklos berichtet, daß nunmehr in der Gegend von Gomel jedes dritte Kind an Leukämie sterbe (Der Spiegel, 19/1990), eine fürchterliche, vieltausendfache Übertreibung. Ähnliche Schreckensmeldungen sind in den vom Reaktorunfall betroffenen Gebieten der Sowjetunion weit verbreitet. Sie werden selbst von vielen Ärzten geglaubt.

Unsicherheit und Furcht machen sich breit, die noch weit über die begründete Erwartung zusätzlicher Krebserkrankungen oder möglicher Erbschäden hinausgehen. Eine Fülle allgemeiner Erkrankungen, die nach allen bisherigen Erkenntnissen überhaupt nicht von einer Strahlenexposition herrühren können, gelten nunmehr als strahleninduziert. Es existieren keine verlässlichen Statistiken über veränderte Krebshäufigkeit, die Häufung von Bluthochdruck, Diabetes, nervösen Erkrankungen, Herzleiden, asthmatischen Beschwerden und einer Vielzahl von Infektionen freilich ist glaubhaft dokumentiert.

Doch es gibt keinen unmittelbaren Zusammenhang zwischen der Häufung dieser Erkrankungen und der Strahlenexposition. Sie hat andere, weit vielschichtigere Ursachen: Das



Prof. ALBRECHT M. KELLERER leitet das Institut für Strahlenbiologie am GSF Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH bei München. Er untersuchte im Auftrag des Roten Kreuzes die Situation der von Tschernobyl geschädigten Bevölkerung.

Leben in den kontaminierten Gebieten ist derart starken Beschränkungen unterworfen und von solchem psychischen Druck geprägt, daß von normalen Lebensbedingungen nicht mehr die Rede sein kann.

Wo die ländliche Bevölkerung nicht mehr ihrem gewohnten Tagewerk nachgehen kann, wo die Menschen sich aus Angst vor Bestrahlung kaum mehr ins Freie wagen, wo frische Lebensmittel gemieden werden und überdies die Versorgung, selbst mit Konserven, mangelhaft ist, wo Kinder samt ihren verängstigten Betreuerinnen ganztägig im Kindergarten bleiben müssen, und wo ihnen nicht mehr gestattet wird, zu Hause zu essen, da entsteht ein Teufelskreis von Einschränkungen, Ängsten und gesundheitlichen Schäden, der ein menschenwürdiges Dasein ausschließt.

Läßt sich dieser Teufelskreis mit Evakuierungen durchbrechen? Lange Zeit bedachte niemand, daß die Entscheidung für oder gegen zusätzliche Umsiedlungen sich nicht allein auf eine errechnete Lebenszeitdosis stützen

Evakuiertes Dorf in der Ukraine: Mit Umsiedlungen können die Probleme in den kontaminierten Gebieten nicht gelöst werden.

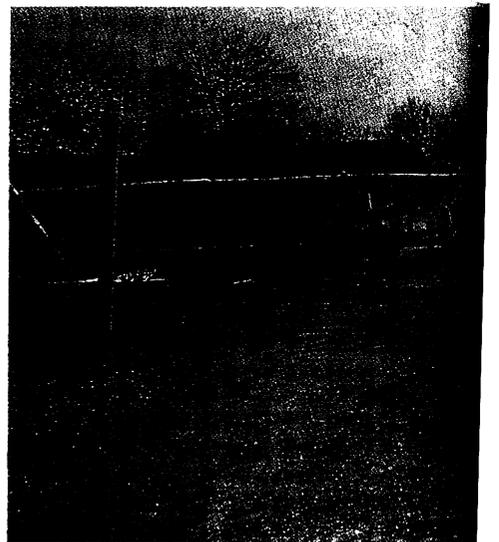
darf, sondern sich an der Möglichkeit eines normalen Lebens ohne unerträgliche Einschränkungen orientieren muß.

Mehr und mehr wird inzwischen die Forderung laut, auch die geringer kontaminierten Gebiete zu evakuieren. Aber auch ganz weitreichende Evakuierungen – sofern sich die Kosten dafür überhaupt aufbringen ließen – können keine Lösung sein.

Wo immer man die Grenzen der evakuierten Gebiete festlegte, würden sich die Bewohner der angrenzenden Gebiete fragen, warum gerade sie bleiben sollen, während doch die unmittelbaren Nachbarn wegen anscheinend unerträglicher Strahlenbelastungen umgesiedelt wurden.

Es bleibt also nur der Versuch eines vernünftigen Kompromisses: Umsiedlungen sollten dort stattfinden, wo die Strahlenbelastung bedenklich hoch ist, und für normale Lebensbedingungen müßte man dort sorgen, wo Strahlenrisiken unerheblich sind im Vergleich zu anderen unvermeidlichen Risiken.

Das Abwägen von Risiken aber setzt das Verständnis und die verlässliche Bewertung der Gefährdung voraus. Dosisangaben und Risikoabschätzungen müssen daher den Behörden, den Ärzten und der Bevölkerung glaubhaft vermittelt werden. Das Internationale Rote Kreuz und auch die Europäische Gemeinschaft haben Schritte unter-



ERNÄHRUNG

nommen, um eine beträchtliche Anzahl einfacher, aber zuverlässiger Geigerzähler all jenen zur Verfügung zu stellen, die die Bevölkerung beraten und aufklären müssen.

Eine solch einfache Maßnahme kann ein wichtiger erster Schritt sein, auch wenn sie sich nur auf die externe Strahlenbelastung bezieht. Doch sie kann keine Hilfe sein gegen die Sorge vor kontaminierten Nahrungsmitteln – das schwierigste und folgenreichste Problem.

Eine lückenlose Kontrolle aller Nahrungsmittel ist unmöglich. Und noch unmöglicher ist es, lokal erzeugte Nahrungsmittel zu prüfen, auf die eine Bevölkerung in ärmlichen Gegenden angewiesen ist. So bleibt nur die externe Versorgung mit Lebensmitteln. Aber selbst zeitlich begrenzt ist sie kaum möglich. Sie wäre nur dann zu leisten, wenn man gezielt denen helfen könnte, die tatsächlich zu hohe Strahlenexpositionen durch die Nahrung erhalten.

Was der einzelne an Aktivität mit seiner Nahrung aufnimmt, hängt jedoch so sehr von seinen Lebensumständen und Gewohnheiten ab, daß keine Berechnung möglich ist. Die einzige Alternative ist die Messung der im Körper befindlichen Cäsium-Aktivität. Kennt man sie, so kann man die resultierenden Strahlendosen relativ leicht abschätzen, und vor allem ist es möglich, bei zu hohen Werten in-

nerhalb weniger Monate durch gezielte Änderungen der Ernährung die weitere Akkumulation der Strahlenexposition zu vermindern.

Durch die regelmäßige Bestimmung der inkorporierten Aktivität bei allen, die durch kontaminierte Nahrung beunruhigt sind, ließe sich der Bruchteil der Bevölkerung erfassen, dem durch Umsiedlung oder Versorgung mit unbedenklichen Nahrungsmitteln geholfen werden muß. Die übrige Bevölkerung hätte endlich die Gewißheit, daß sie ihr Leben ohne Ängste, Befürchtungen und unnötige Einschränkungen fortsetzen kann.

Die Aufgabe, Hunderttausende, wenn nicht Millionen von Messungen pro Jahr zu absolvieren und die Ergebnisse jedem einzelnen verständlich zu machen, mag zu kostspielig scheinen. Verglichen mit den gewaltigen Schäden jedoch, die gegenwärtig durch eine unkontrollierbare Situation und durch den Verfall ganzer Gemeinwesen entstehen, ist der Aufwand verschwindend gering.

Die Bundesregierung hat daher, einem Vorschlag ihrer Strahlenschutz-Kommission folgend, beschlossen, in der Sowjetunion ein entsprechendes Meßprogramm zu organisieren. Es läuft in wenigen Wochen an. Ziel ist es, durch Meßfahrzeuge mit einer genügenden Anzahl relativ einfacher Meßinstrumente Cäsium-Messungen vorzunehmen und jeder gemessenen Person in verständlicher Weise ihre Strahlenexposition durch Nahrungsmittel zu erklären.

Die ersten sieben Meßfahrzeuge mit insgesamt 21 Meßplätzen stehen inzwischen für das Meßprogramm bereit. Schwieriger aber wird es sein, die Helfer aus der Bundesrepublik zu finden, die das Programm bewältigen. Daß die Abwicklung in deutschen Händen liegt, ist eine entscheidende Voraussetzung, um bei einer Bevölkerung Glauben zu finden, die wegen der vergangenen unglücklichen Entwicklung ihren eigenen Behörden und Experten mißtraut.

Was haben wir aus Tschernobyl gelernt? Solange noch Auswege aus einer Katastrophe gesucht werden, mag es schwer fallen, bereits Konsequenzen zu ziehen. Die Entscheidung über die künftige Nutzung der Kernenergie zwingt jedoch dazu. Zwar will die UdSSR den Anteil der Kernenergie weiter vergrößern, der Bau von Graphitreaktoren jedoch mußte aufgege-

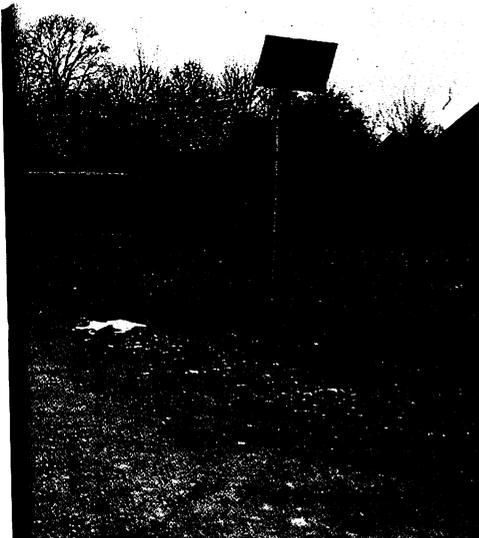
ben werden. Ihr weiterer Betrieb ist trotz technischer Nachbesserungen und verschärfter Regeln höchst umstritten.

Auch in der Bundesrepublik änderte sich die Einstellung: Der große Unfall war vorher allenfalls als theoretisch denkbar, aber doch äußerst unwahrscheinlich angesehen worden; nach Tschernobyl wird er als mögliche Realität auch technisch berücksichtigt. Die Nachrüstung der deutschen Reaktoren mit Druckentlastungsventilen signalisiert die nunmehr eingestandene Bereitschaft, die kleinere Katastrophe in Kauf zu nehmen, um die mögliche große Katastrophe zu vermeiden.

Bereits was unmittelbar nach dem Reaktorunfall in der Bundesrepublik geschah, war auf kleinerer Bühne ein Vorspiel der Tragödie, die sich nun in der Sowjetunion abspielt. Der Unfall kam unerwartet auch für Fachleute, und Auswirkungen auf das ferne Westeuropa wurden – obwohl bereits eingetreten – zunächst als unmöglich erklärt. Die allzu schnellen Verharmlosungen führten zu irrationalen Ängsten und Übertreibungen. Politiker, die die Bevölkerung nicht beruhigen konnten, ließen sich nun ihrerseits von den entstandenen Ängsten leiten.

Taub für sinnvolle Vergleiche mit der natürlichen Strahlenexposition und selbst mit der natürlichen Radioaktivität unseres eigenen Körpers schien jedes Becquerel in der Nahrung zuviel. Nach endlosem Wirrwarr wurde die ebenso wertlose wie harmlose Molke nicht auf billige Weise beseitigt, sondern für siebzig Millionen Mark gereinigt. So sehr sich anfängliche Verharmlosungen und spätere Überreaktionen widersprachen, gleichen sie sich doch – es waren bequeme Scheinlösungen ohne glaubhafte Abschätzung möglicher Risiken und ohne alle Verhältnismäßigkeit der Mittel.

Die wichtigste Lehre aus Tschernobyl wiederholt eine alte Erfahrung: die Erkenntnis, daß eine Zivilisation auf Dauer nur das erträgt, was alle Mitglieder verstehen – und nicht nur ihre Experten. Wo sich Wissenschaft und Technik vom allgemeinen Verständnis trennen, entsteht Sprachverwirrung nicht nur der Laien, sondern schließlich auch der Experten. Der Sturz auch der höchsten technischen Entwicklung wird unvermeidlich.



GAMMA/CONTRAST