Stefan M. Gergely

Strahlen-gefahr

was wir wissen
was wir können
was wir sollen

Österreich nach Tschernobyl

Ueberreuter

Stefan M. Gergely

Strahlengefahr

was wir wissen
was wir können
was wir sollen

Österreich nach
Tschernobyl

Ueberreuter

AU 48
Alle Rechte vorbehalten
Umschlag von Brigitte Schwaiger
© 1986 by Verlag Carl Ueberreuter, Wien
Gesamtherstellung: Carl Ueberreuter Druckerei Ges. m. b. H.,
2100 Korneuburg
Printed in Austria

Inhalt

1. 30 Tage nach Tschernobyl: eine erste Chronik der Ereignisse . . 7

2. Natürliche und künstliche Radioaktivität 31
Die verschiedenen Strahlenarten und ihre Wirkung 33
Auf die Dosis kommt es an 34
Zur Bewertung der Strahleneinflüsse 35
Natürliche Radioaktivität 36
Künstliche Radioaktivität 38

3. Strahlengefahren 39
Akute Schäden 39
Langfristige Strahlenfolgen 40
Gibt es eine untere Dosisgrenze für die Strahlenwirkung? 42
Abschätzung der biologischen Folgen kleiner Strahlenmengen . . . 43

4. Die Meßwerte in Luft, Boden und Nahrungsmitteln 44
Direkte Strahlenwirkung 45
Der Weg durch die Nahrungskette 45
Wie man zu den Grenzwerten kam 46
Versuch einer Strahlenbilanz 48

5. Atomkraftwerke, Wiederaufbereitung und Endlagerung 51
Das Prinzip des Atomreaktors 52
Kernkraft in der Sowjetunion 53
Die Wiederaufbereitung atomarer Brennstoffe 55
Endlagerung 56

6. Atomgrenzland Österreich 57

7. Strahlenschutz in Österreich 63
Schutzräume in Österreich 65
Tschernobyl gibt dem Zivilschutz Auftrieb 67
Katastrophenmedizin in Österreich 68

8. Wirtschaftliche Folgen 71
Schadenersatzforderungen an die Sowjetunion 73

9. Wie sicher ist sicher? 76

10. Nachbemerkung des Autors 80

11. Erklärung von Fachausdrücken 81

12. Quellenverzeichnis 85

1. 30 Tage nach Tschernobyl: eine erste Chronik der Ereignisse

Montag, 28. April, 9 Uhr morgen. Im Atomkraftwerk Forsmark, 60 Kilometer nördlich Stockholms, wird eine ungewöhnlich hohe Radioaktivität gemessen. Die Techniker vermuten zuerst einen Störfall im Reaktor. Als sich herausstellt, daß die Ursache anderswo liegen muß, beginnt man, mit Geigerzählern die Umgebung des Kraftwerks zu prüfen. Auch dort knattern die Meßgeräte zehnmal schneller als sonst.
Ähnliche Meldungen kommen bald aus anderen Teilen Skandinaviens. Nach einer ersten Phase der Unsicherheit beginnen schwedische Wissenschafter zu vermuten, daß weder ein AKW-Unfall im eigenen Land noch ein Atombombenversuch, sondern ein Reaktorunglück in der Sowjetunion die Ursache sein müsse. Doch sowjetische Stellen, von Schweden um Auskunft gebeten, dementieren.
Am Abend desselben Tages attackiert die schwedische Energieministerin Birgitta Dahl im Fernsehen die Sowjetunion; gegen Mitternacht veröffentlicht die Nachrichtenagentur TASS eine knappe Meldung: der Kernreaktor von Tschernobyl sei havariert. Die Regierung habe eine Kommission gebildet, den Betroffenen würde geholfen.
Daß in dem Reaktor nahe der Stadt Kiew am frühen Morgen des 26. April der bislang folgenschwerste Strahlenunfall stattfand, will man – traditionellen sowjetischen Gepflogenheiten folgend – nicht zugeben.
Die US-Militärs dürften schon viel früher von Problemen in Tschernobyl gewußt haben. Dem Vernehmen nach zeigten Fotos von US-Spionagesatelliten schon Tage vor dem Unfall einen deutlichen Anstieg der Temperatur des austretenden Kühlwassers.
In der Nacht vom 25. zum 26. April waren die Generatoren des sowjetischen Reaktors allem Anschein nach abgeschaltet. Der Atommeiler fuhr bestenfalls mit einer Minimalleistung von 200 Megawatt. Schließlich stand die Umstellung auf Sommerbetrieb kurz bevor.
Am 26. April um 1 Uhr 23 Ortszeit kam es dann zu einer heftigen Explosion. Diplomingenieur Walter Binner, Sicherheitschef des Forschungsreaktors Seibersdorf, zieht in einer ersten Reaktion auf die Unglücksmeldung eine Parallele zu einem Unfall, der sich vor rund 30 Jahren im britischen Reaktor Windscale ereignete. Damals war der Graphit des Reaktors in Brand geraten, 40 Tonnen Uranoxid schmolzen – ein Fünftel der Menge von Tschernobyl. Vom britischen Reaktor blieb lediglich eine strahlende Ruine zurück. Aufgrund der ersten Meßdaten aus Schweden schätzt Binner, in Tschernobyl könnte 25 Mal mehr Aktivität ausgetreten sein als seinerzeit in Windscale (500.000 gegenüber 20.000 Curie; zur Erklärung der Maßeinheiten siehe Seite 31 und 81).
In Lehrbüchern über Kernphysik kann man mittlerweile nachlesen, daß

der Unfall in Windscale durch den sogenannten Wigner-Effekt verursacht wurde. Dabei beginnt sich der Graphit (Graphit ist eine Form von Kohlenstoff) im Reaktorkern plötzlich aufzuheizen. Eugene Wigner hatte entdeckt, daß die längerdauernde Beschießung des Graphits mit Neutronen zu einem Zusammenbruch des Kristallgitters der Graphitatome führen könne. Sie erfingen sich dann wieder in einer Gitterkonfiguration mit niedrigerem Energieniveau. Der Überschuß werde als Wärme frei.
Heute sind viele Reaktorfachleute der Meinung, in Tschernobyl habe eine Explosion brennbarer Gase stattgefunden. Diese seien durch eine Reaktion von heißem Graphit mit Wasser entstanden: Bei der sogenannten Wassergasreaktion entstehen Kohlenmonoxid und Wasserstoffgas. Letzteres bildet dann mit dem Luftsauerstoff Knallgas, das beim geringsten Zündfunken explodiert.
Eine derartige Reaktion konnte allerdings nur ablaufen, wenn sich zuvor, etwa durch einen Unterdruck in der Kühlmittelzufuhr, ein Teil der Brennelemente auf etwa 800 Grad Celsius erhitzte und einige der Druckröhren barsten: So kam es vermutlich zur Reaktion des Kühlwasser mit dem heißen Graphit. Um die in der Folge ins Reaktorgebäude einströmenden Gase zur Explosion zu bringen, genügte dann ein Funke von einem elektrischen Schalter oder eine brennende Zigarette.
Bei der Explosion wurde vermutlich nicht nur das Gebäude des Kraftwerks zerstört, sondern auch der Reaktor leckgeschlagen. In dieser zweiten, besonders kritischen Phase des Unfalles wurde der Graphit durch die nur noch ungenügend gekühlten Brennelemente weiter erhitzt, einströmendes Wasser reagierte nun laufend mit dem glühend heißen Kohlenstoff, sodaß enorme Mengen von Wasserstoff und Kohlenmonoxid entstehen konnten.
Nach schwedischen Messungen der ausgetretenen radioaktiven Stoffe waren etwa zehn Prozent der Graphitmasse von dem Reaktorbrand betroffen. Die Temperatur muß oberhalb der Schmelze des Stahls und jener des chemischen Elements Zirkons gelegen haben, also über 1.800 Grad Celsius, aber unterhalb jener des Urandioxids (2.800 Grad Celsius), weil in der radioaktiven Wolke gerade jene Spaltprodukte fehlten, die bei einer Kernschmelze des Urans hätten auftreten müssen.
War der Unfall nun ein »GAU« oder gar der gefürchtete »Super-GAU«, das sogenannte China-Syndrom, bei dem sich geschmolzener Reaktorbrennstoff unter Freisetzung gigantischer Mengen an Radioaktivität durch die Betonfundamente hindurch ins Erdinnere frißt, und von dem die Kernkraftexperten behauptet hatten, sein Eintreten sei so gut wie ausgeschlossen?
Nach heutiger Sicht war die Katastrophe in Tschernobyl jedenfalls mehr als ein GAU. Als GAU bezeichnet man den größten anzunehmenden Unfall, der technisch gerade noch beherrschbar ist, bei dem jedenfalls

keine nennenswerten Strahlungsmengen in die Umgebung gelangen. »Technisch beherrschbar« war die Katastrophe aber keineswegs. Der Reaktor muß, soviel steht heute fest, auf Jahrzehnte hinaus mit Beton gleichsam versiegelt werden.
An der schlimmsten Variante – einer völlig unkontrollierbaren Kernschmelze, dem echten Super-GAU – sind wir mit Tschernobyl doch noch einmal vorbeigegangen.

Dienstag, 29. April. Vertreter der sowjetischen Handelsmission in Köln erkundigen sich bei deutschen Kernkraftexperten, wie man einen Reaktorbrand bekämpfen könne. Es wird geraten, von Hubschraubern aus Sand oder Löschwasser abzulassen. Spät abends gibt die TASS erste Verlustziffern bekann: 2 Tote. Der amerikansche Geheimdienst dagegen spricht von 2.000 Toten (die Bild-Zeitung setzt 30.000 in die Schlagzeile). Sowjetische Politiker weisen diese Angaben entrüstet als »Phantasiezahlen« zurück.
In Österreich ist man zunächst bestürzt, fühlt sich aber von dem Unglück vorerst nicht unmittelbar betroffen. Am Nachmittag allerdings beginnt auch bei uns die Radioaktivität der Luft merklich anzusteigen.

Mittwoch, 30. April. »Geben sie eine Strahlenwarnung durch: Kleinkinder, schwangere Frauen sollen zu Hause bleiben. Es ist Strahlenwert 3 gemessen worden!« Diese telefonische Nachricht erreicht das ORF-Studio Klagenfurt um 6 Uhr 30; die Meldung wird von einem gewissen Hofrat Lobenwein durchgegeben. Der diensthabende Redakteur denkt zunächst an den Spaß eines Kollegen. Dann ruft er zurück, und der Schreck fährt ihm genauso in die Knochen wie später Tausenden von Österreichern. Kurz vor sieben Uhr früh strahlt der ORF die erste Strahlenwarnung in der Geschichte Österreichs in den Äther.
Um 7 Uhr 30 hat Hofrat Dr. Werner Lobenwein, höchster Beamter Kärntens, die Landesregierung bereits zu einer Sitzung zusammengetrommelt. Eine halbe Stunde später kommt eine Rüge aus Wien: Die Warnung sei voreilig gewesen, ärgert man sich im Gesundheitsministerium. Die Panikmache sei fehl am Platz.
Ist die radioaktive Wolke zuerst in nordöstlicher Richtung über Polen und Skandinavien gezogen, bewegt sie sich nun vorwiegend in Richtung Österreich. Die Radioaktivität in der Luft steigt im Lauf des Tages im ganzen Bundesgebiet sprunghaft an. Am Vorabend des 1. Mai, um genau 17 Uhr 04, teilt das Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz der Austria Presseagentur schließlich Vorsichtsmaßnahmen und Verhaltensempfehlungen an die Bevölkerung mit: Es wird vor dem Konsum von Frischgemüse und dem Weiden von Milchvieh gewarnt. Der Kontakt mit Sträuchern, mit Staub aus freier Umwelt und das Spie-

len in Sandkästen seien zu vermeiden. Als Vorsichtsmaßnahmen solle man die Schuhe abwischen und sich die Hände gut waschen.
Generalsekretär Gorbatschow bedankt sich unterdessen bei US-Präsident Reagan für ein US-amerikanisches Hilfsangebot, ohne es jedoch anzunehmen. Er teilt mit, das Niveau der radioaktiven Verseuchung im weiteren Umkreis von Tschernobyl liege etwas über der erlaubten Norm, aber nicht soviel, daß man zum Schutze der Bevölkerung besondere Maßnahmen ergreifen müsse. Rund um Kiew geht das Leben tatsächlich seinen normalen Gang weiter.
Auch die Internationale Atomenergiebehörde in Wien und westeuropäische Regierungen werden jetzt erst von dem Reaktorunglück offiziell unterrichtet: Die Lage sei bereits stabilisiert. Alles unter Kontrolle. Ein Photo in der Prawda will beweisen, daß der Reaktor nicht mehr brennt. Amerikanische und schwedisch-französische Satellitenaufnahmen belegen das Gegenteil. Jedenfalls dürfen westliche Auslandskorrespondenten nicht mehr nach Kiew reisen. Das sowjetische Reisebüro Intourist nimmt für Fahrten in die Ukraine keine Anmeldungen mehr an.
In den Abendstunden beginnt man im österreichischen Gesundheitsministerium in Permanenz zu tagen. Die kritischste Phase sei die Nacht zum 1. Mai gewesen, berichtet Minister Franz Kreuzer später. Es sei die Befürchtung laut geworden, daß auch ein zweiter Reaktor des Atomkomplexes von Tschernobyl in Mitleidenschaft geraten wäre. Es habe daher nicht ausgeschlossen werden können, daß ein neuerlicher Ausstoß radioaktiver Nuklide erfolge. Außerdem habe der Ostwind ständig neue Luftmassen aus dem Raum von Kiew nach Österreich gebracht.
Wieweit die weitere Entwicklung der radioaktiven Belastung in Österreich zu diesem Zeitpunkt vorauszusehen war, darüber gehen die Meinungen heute auseinander. Offenbar war man knapp daran, die Aufmärsche zu untersagen. Dies sei dann aber doch nicht geschehen, so Kreuzer, da in den frühen Morgenstunden des 1. Mai sowjetische Stellen versichert hätten, der zweite Kernreaktor sei unbeschädigt. Zudem hätten die Meteorologen vorausgesagt, der Wind würde wieder drehen und keine weitere Radioaktivität herantragen. Zweifellos hat allerdings auch das Argument eine Rolle gespielt, ein Verbot der Maiaufmärsche löste wahrscheinlich in ganz Österreich echte Panik aus.
Unzutreffend ist allerdings die später immer wieder geäußerte Kritik, die Öffentlichkeit sei vor dem 1. Mai über die Entwicklung im unklaren gelassen worden. »Die zuständigen Abteilungen des Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz und des Umweltbundesamtes«, so heißt es in einer Aussendung vom 30. Mai, »setzen die permanente Überprüfung der Umweltradioaktivität durch das Strahlenfrühwarnsystem mit Nachdruck fort. Insbesondere verstärkt wird dieses Überprüfungssystem für die nächsten zwei Tage, da die Zentralanstalt für Meteorologie eine Fortdauer der Luftströmung aus dem Osten angekündigt

hat. Die Wettervorhersage läßt jedoch hoffen, daß in diesem Zeitraum keine weiteren Regenfälle auftreten, die durch Auswaschungen der Radioaktivität aus den höheren Schichten der Atmosphäre zu einer weiteren Steigerung der Meßwerte führen könnten.
In Österreich sind bis jetzt nur im Bundesland Kärnten Meßwerte festgestellt worden, die zur Besorgnis Anlaß geben. Aber auch für Kärnten haben sich bis jetzt umfangreiche Vorkehrungen nicht als notwendig erwiesen. Jedenfalls ist vor dem Genuß von Regenwasser aus Zisternen zu warnen.
Nach Meinung der Experten ist in keinem Teil Österreichs durch direkte Strahleneinwirkung oder Atemluft irgendeine gesundheitliche Schädigung denkbar. Seit Bekanntwerden der erhöhten Meßergebnisse ziehen die Dienststellen des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz in verschiedenen Teilen Österreichs, insbesondere in der Umgebung der Bundeshauptstadt Wien und in Kärnten Lebensmittelproben, um eventuelle Gefahren, die sich durch Anreicherung der Radioaktivität ergeben könnten, abschätzen zu können. Untersuchungsergebnisse haben bis jetzt keinen Anlaß zur Besorgnis ergeben.
Alle mit dem Thema befaßten Wissenschafter machten mit Nachdruck auf die Bedeutung des Zeitfaktors bezüglich eventueller Gefährdungen aufmerksam. Alle festgelegten kritischen Grenzwerte beziehen sich auf langfristige Strahlenbelastung. Kurzfristige Belastungen geben daher wesentlich weniger Anlaß zur Besorgnis. Wie die Fachleute bei den weiteren Expertengesprächen am Mittwoch nachmittag erklärten, wird es auch bei einer durch ungünstige Wetterströmungen verstärkten Auswaschung und Deposition in Österreich keine Gefährdung durch direkte Strahlung und die Atemluft geben.
Ein etwas größeres Gefährdungspotential dürfte in der Aufnahme radioaktiven Staubes über die im Freien wachsenden Nahrungsmittel liegen. Bisher sind noch keine erhöhten Mengen radioaktiver Substanzen in Lebensmitteln festgestellt worden.«

Donnerstag, 1. Mai. Die 336 Meßstellen des österreichischen Strahlenfrühwarnsystems registrieren eine weitere, rapide Zunahme der Belastung. So wurden um 0 Uhr in Salzburg 100 Mikroröntgen pro Stunde gemessen, zehnmal mehr als gewöhnlich, um 6 Uhr 131 und zu Mittag bereits 146 Mikroröntgen. Dieser Wert entspricht der Stufe drei einer achtstufigen Alarmskala des Gesundheitsministeriums und ist damit längst nicht mehr gänzlich harmlos.
Dennoch finden in allen Teilen des Bundesgebietes die Maiaufmärsche statt. Hunderttausende Österreicher gehen mit ihren Kindern im Freien spazieren.
Das Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz gibt unterdessen bekannt: »Wie gestern abend erwartet, hat sich durch die anhal-

tenden östlichen Winde in großen Teilen Österreichs, insbesondere in Oberösterreich, eine ähnliche Belastungssituation ergeben, wie schon am Mittwoch in Kärnten, wobei die Bundeshauptstadt und der östlichste Teil Österreichs begünstigt erscheint. Nach der achtteiligen Meßskala des Frühwarnsystems des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz wird in Wien zur Zeit nach wie vor der niedrigste Pegel 1 gemessen. In weiten Teilen des Bundesgebietes ist der Warnpegel 2, bei einzelnen Meßstellen, insbesondere nach lokalen Regenfällen, der Warnpegel 3 erreicht worden.
Die von der Zentralanstalt für Meteorologie erstellte Wettervorhersage kündigt noch für heute eine Entspannung der Situation an. Schon heute Mittag soll sich die Luftströmung auf Südwest drehen, sodaß die radioaktiv beeinträchtigten Luftmassen abgedrängt werden.«
Kurz nach Mittag wird ein telefonischer Auskunftsdienst beim Gesundheitsministerium eingerichtet, der in der Folge rund um die Uhr »besetzt« ist. Neuerlich wird vor dem Genuß von Freilandgemüse, vor Kontakt mit Staub und vor Sandkastenspielen gewarnt. Man solle das Vieh nicht auf die Weide treiben, ihnen kein Grünfutter geben und Frischgemüse gründlich waschen. Der Kontakt mit Haustieren, mit stehendem Wasser und mit Pfützen sei zu meiden. Darüber hinaus wird vor dem Genuß von Regenwasser aus Zisternen gewarnt. Die Einnahme jodhältiger Medikamente sei allerdings nicht notwendig. Diese könnten bei unsachgemäßer Einnahme erhebliche Gesundheitsschäden bewirken. (Die Wirkung von Jodtabletten beruht auf dem Effekt, daß der Körper nur eine begrenzte Menge an Jod aufnehmen kann; schöpft man diese Kapazität durch Jodtabletten aus, dann wird radioaktives Jod aus Atemluft und Nahrung nicht angereichert. Ein derartiger Schutz kann aber nur vorbeugend sein.)
Auch die Sowjetunion feiert in hergebrachter Weise den Tag der Arbeit. Erst auf der zweiten Seite berichtet die Prawda kurz über das Unglück von Tschernobyl.
Westliche Firmen beginnen, ihre Mitarbeiter aus der Ukraine zu einer Gesundheitsuntersuchung zurückzurufen. Daraufhin meldet die TASS, es seien in Tschernobyl keine Ausländer in Mitleidenschaft gezogen worden. 49 der 197 verletzten Sowjetbürger seien nach Hause entlassen worden. Der US-amerikanische Außenminister George Schultz bezweifelt die Verlustziffern und will auf seine Aussage 10 Dollar wetten.

Freitag, 2. Mai. Der Magistrat Klagenfurt erläßt das erste Verkaufsverbot von Freilandgemüse. In Salzburg erreicht der Aktivitätswert der Luft um Mittag den Höchstwert von 150 Mikroröntgen pro Stunde. Rundfunk, Fernsehen und Tageszeitungen geben dagegen bereits Meldungen wieder, die Radioaktivität gehe zurück (was nur bedingt stimmt: überall dort, wo es regnete, ging nur die Strahlung in der Luft zurück; die ra-

dioaktiven Teilchen wurden aber zu Boden gewaschen und strahlten dort in konzentrierter Form weiter. An diesem Beispiel zeigt sich, was später heftig als »Beschwichtigung« kritisiert wird).
Die Sowjetunion teilt der Wiener Atombehörde mit, daß die Kettenreaktion in Tschernobyl zum Stillstand gekommen sei. Ein US-amerikanischer Spezialist für Knochenmarktransplantationen, Dr. Robert Gale, wird nach Moskau eingeladen, um Strahlenopfer zu operieren.
Wie es im Raum von Tschernobyl wirklich aussieht, erfahren vorerst weder das sowjetische Volk noch die Weltöffentlichkeit. Statt dessen attakieren die sowjetischen Medien den Westen, dieser verbreite eine »Giftwolke des Antisowjetismus«.
Ganz anders verhält man sich in Polen. Die sowjetische Version zur Lage wird zwar offiziell nicht angezweifelt, aber die Anordnungen der Regierung sprechen eine deutliche Sprache. Immerhin ist die Strahlenbelastung 500 Mal höher als normal. Alle Kinder bis zum 16. Lebensjahr bekommen Jodtabletten zugeteilt. Die Behörden beteuern zwar, es bestehe keine unmittelbare Gefahr; Haltbarmilch ist allerdings in Kürze ausverkauft. Milchpulver darf nur noch für Säuglinge ausgegeben werden. In einer Pressekonferenz für westliche Journalisten teilen polnische Experten mit, als Folge der Strahlung würde in den nächsten 30 Jahren eine gewisse Zahl von Menschen an Schilddrüsenkrebs erkranken. Nach einem Gottesdienst in Warschau hört man Sprechchöre: »Wir danken für die Strahlung«. Später wird sie von den Polen sarkastisch »Freundschaftswolke« genannt.
Auch in der Bundesrepublik Deutschland werden nun Sofortmaßnahmen angekündigt: Die Regierungen von Bund und Ländern wollen strahlenaktive Milch vorerst aus dem Verkehr ziehen. Einer vorsorglichen Empfehlung der Strahlenschutzkommission folgend, einigen sich die Landesregierungen in einer Konferenz im Bonner Innenministerium darauf, daß Frischmilch von den Molkereien nur ausgegeben werden darf, wenn die Aktivität von Jod-131 unterhalb von 500 Becquerel je Liter liegt (das entspricht rund 12 Nanocurie je Liter; zur Erklärung der Maßeinheiten siehe Seite 31 und 81).
Die Meßwerte in der Luft haben in der BRD das Dreißigfache des Normalwertes erreicht. Aus der DDR werden hundertfache, aus Schweden zweihundertfache Überschreitungen des normalen Pegels gemeldet. Das italienische Gesundheitsministerium erläßt ein Verbot der Einfuhr von Tieren, Tier- und Pflanzenprodukten aus der Ukraine. Der Verkauf von Blattsalaten und Blattgemüse wird für 15 Tage verboten. Nur in Frankreich geschieht nichts. Die Strahlenmenge sei, so wird gemeldet, zu geringfügig. Den gallischen Massenmedien ist offenbar die Kritik an sowjetischer Geheimniskrämerei und am Kommunismus wichtiger.
Um 12 Uhr 19 gibt das Gesundheitsministerium in Wien mit Nachdruck Warnungen an die Funktionäre der Land- und Forstwirtschaft

aus: das Weiden und die Regenwassertränkung des Viehs seien verläßlich zu unterbinden. Die Landeshauptleute werden gleichzeitig angewiesen, entsprechende Verbote zu erlassen.
Der Öffentlichkeit teilt das Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz mit: »Durch die geänderte Wetterlage kommt keine belastete Luft mehr nach Österreich. Die Meßwerte für die radioaktiven Substanzen in der Luft sind seit Mittwoch Nacht ständig gesunken und derzeit kaum mehr feststellbar. Nach wie vor ist also durch direkte Strahlung oder durch die Atemluft keinerlei Gefährdung gegeben. Dennoch bleibt die Problematik der abgelagerten Stäube auf Boden und Oberflächengewässern aktuell. Es bleiben deshalb die bereits abgegebenen Empfehlungen des Gesundheitsministers aufrecht. Die Kontrollen für die möglicherweise betroffenen Nahrungsmittel Milch, Wasser und Gemüse haben gezeigt, daß alle festgestellten Werte noch weit unter den international festgelegten tolerierbaren oberen Grenzwerten liegen ...
Bis jetzt wurden 700 Milchproben untersucht, das bedeutet, daß alle 200 Molkereien Österreichs erfaßt worden sind. Die festgestellte Radioaktivität der Milch hat in den letzten 24 Stunden zugenommen. Das heißt, entgegen den Empfehlungen des Bundesminsteriums für Gesundheit und Umweltschutz konnte offensichtlich nicht ganz vermieden werden, daß einzelne Zulieferbetriebe Grünfutter verwendet haben.
Die gemessenen Werte liegen weit unter dem internationalen Grenzwert. Das Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz sieht vor, daß unter Anwendung besonderer Vorsicht ein Zehntel dieses üblichen internationalen Wertes nicht überschritten werden sollte. Falls die Kontrollen ergeben, daß dieser Wert in einzelnen Molkereien überschritten wird, müßte in diesen Molkereien die Frischmilchproduktion für mehrere Tage eingestellt werden«.

3. und 4. Mai. Das Wochenende steht ganz im Zeichen der Bundespräsidentenwahl. Hörfunk, Fernsehen, Tageszeitungen berichten über weitere Aussendungen des Gesundheitsministeriums, wonach eine Verbesserung der Gesamtsituation zu verzeichnen sei. Die schon veröffentlichten Empfehlungen und Warnungen blieben jedoch weiterhin aufrecht.

Montag, 5. Mai 1986. Während stereotyp weiterhin gemeldet wird, die Radioaktivität nehme laufend ab, setzt Bundesminister Kreuzer – für viele unvermittelt – eine drastische Maßnahme: »Da bei Frischgemüse aus Freilandkulturen überhöhte Werte an Radioaktivität gemessen werden«, so eine Aussendung des Gesundheitsministers, »sind heute – aufgrund des Strahlenschutzgesetzes – die Herren Landeshauptleute angewiesen worden, den Verkauf von Blattgemüse (insbesondere Spinat, Salat, Kochsalat, Kraut, Kohl und Petersilie), Karfiol, Hülsenfrüchte und Tomaten zu verbieten. Ebenso ist die Einfuhr dieser Produkte aus Bul-

garien, Italien, Jugoslawien, Polen, Rumänien, Tschechoslowakei, Sowjetunion sowie Ungarn verboten. Auch Milch und Milchprodukte, sowie Frischobst wird aus diesen Ländern nicht importiert.«
Erinnern wir uns: Eine ähnliche Maßnahme erfolgte schon drei Tage früher im Bundesland Kärnten; sie wurde damals als verfrüht und unnötig kritisiert.
Mit dem Verkaufsverbot von Freilandgemüse beginnt, was in den folgenden Tagen von Politikern und Massenmedien als Informationschaos bezeichnet werden wird. Es bestehe eine merkwürdige Diskrepanz, so die von vielen Seiten geäußerte Kritik, zwischen Meldungen, die Radioaktivität gehe laufend zurück, und den verschärften Maßnahmen des Gesundheitsministeriums.
Tatsächlich scheint die Angst in der Bevölkerung mit der Ankündigung des Verkaufsverbots sprunghaft anzusteigen. Die Telefonanlage des Gesundheitsministeriums und der einschlägigen Informationsstellen der Bundesländer sind pausenlos besetzt. Die Redaktionen der Zeitungen, Rundfunk und Fernsehen werden mit besorgten Anrufen bombardiert. Die in Geschäften erhältlichen Geigerzeiler sind in Kürze ausverkauft. Bisher beziehen sich die meisten Meßwerte der radioakiven Belastung auf das radioaktive Nuklid Jod-131, das allem Anschein nach den Löwenanteil der Strahlenwolke aus Tschernobyl ausmacht. Jod-131 besitzt eine Halbwertszeit von rund acht Tagen (siehe Seite 32); das heißt, von einem Gramm Jod-131 strahlt nach einer Woche nur mehr ein halbes, nach je einer weiteren Woche nur mehr ein viertel, ein achtel, ein sechzehntel Gramm usw. Aus diesem Grund ist zu erwarten, daß die dadurch bedingte Strahlenbelastung bloß vorübergehend sein würde – es scheint demnach nur eine Frage von maximal einigen Wochen zu sein, bis das Ärgste vorüber ist. Relativ wenig Aufmerksamkeit schenkt man vorerst den langlebigen Nukliden Strontium-90 und Cäsium-137. Es dauert noch zwei weitere Wochen, bis diese in den Mittelpunkt des Interesses gelangen.

Dienstag, 6. Mai. Der Strahlen-GAU von Tschernobyl wird zum Informations-GAU: Der Vorarlberger Landeshauptmann Herbert Keßler übt schärfste Kritik an Minister Franz Kreuzer. Dieser führe das Gesundheitsministerium »wie ein Fernsehintendant«. Das sei haarsträubend. Seit Montag sei es weder den zuständigen Beamten, noch dem Landeshauptmann gelungen, mit dem Ministerium per Telefon oder per Fernschreiber Kontakt aufzunehmen. Keßler: »Wenn das Krisenmeisterung in Österreich ist, dann Prost Mahlzeit!«
Auch in anderen Bereichen herrsche ein »katastrophaler Informationszustand«, ergänzt der Vorarlberger Gesundheitslandesrat Fredy Mayer. Zum letzten Mal habe man am 3. Mai über die Untersuchungsergebnisse der aus Vorarlberg nach Wien geflogenen Bodenproben Details

erfahren. Seither herrsche Funkstille. In einem einstimmig beschlossenen Antrag an die Bundesregierung fordert das Land Vorarlberg ferner, alle möglichen rechtlichen und praktischen Schritte zu setzen, um eine Inbetriebnahme Zwentendorfs auszuschließen.
Auch Salzburgs Landeshauptmann Wilfried Haslauer kritisiert das Versagen des Krisenmanagements. Als Salzburger Milchproben unauffindbar scheinen, erhält Landesrat Sepp Oberkirchner die Antwort aus Wien: »Vielleicht ist das Flugzeug abgestürzt . . .«.
ÖVP-Agrarsprecher Josef Riegler nennt es »erschütternd, wie kopflos und hilflos« man im Gesundheitsministerium den Konsequenzen des Atomunfalls gegenüberstehe. Vorbeugende Maßnahmen hätten schon vor Jahren getroffen werden müssen.
Gesundheitsminister Kreuzer weist die Kritik als ungerechtfertigt zurück.
Am Abend des 6. Mai steht die Berichterstattung im Österreichischen Rundfunk ganz im Zeichen der Folgen von Tschernobyl. In einer Sondersendung von Ö3 bezeichnet der Strahlenschutzbeauftragte des Atominstituts der Österreichischen Hochschulen, Universitätsprofessor Dr. Erich Tschirf, die Maßnahmen des Gesundheitsministeriums wörtlich als »Blödsinn«. Der Nuklearmediziner Universitätsprofessor Dr. Rudolf Höfer meint: »Für Panikmache gibt es keinen Anlaß. Es sind keine unmittelbaren Gesundheitsschäden zu erwarten. Dafür müßte die Strahlenbelastung um das gut Eintausendfache höher liegen. Es ist aber immerhin das bisherige Gleichgewicht der natürlichen Strahlenbelastung gestört.« Bei Jod-131 müßte man derzeit, ergänzt Universitätsprofessor Tschirf, »350 Quadratmeter Gras abschlecken, um die höchstzulässige Aufnahmedosis zu erhalten, bei Cäsium-137 sogar 1.700 Quadratmeter«. Insgesamt verzeichnet der Hörfunk mit 5.000 Anrufern für die Sendung einen seltenen Rekord. Schwangere Frauen rufen besorgt an, ob sie nicht besser ihr Kind abtreiben lassen sollten. Andere wollen wissen, ob man angesichts der Situation aussäen dürfe. Ob die Marillenblüte in Gefahr sei, fragt ein dritter Anrufer. In der Folge wird davor gewarnt, »radioaktive Blumen« zum Muttertag zu schenken. Die Diskussion wird am späteren Abend im Fernsehen im Club 2 fortgesetzt.

Mittwoch, 7. Mai. Die öffentliche Auseinandersetzung über die Folgen von Tschernobyl erreicht einen weiteren Höhepunkt. Die Vereinigung Österreichischer Industrieller weist auf Mängel eines umfassenden Krisenmanagements in Österreich. Leere Sandkästen seien kein Zivilschutz. Gesundheitsminister Kreuzer trage mit seiner Politik der dosisweisen Verabreichung von Einzelvorschlägen für das Verhalten im Alltag sehr viel zur Verunsicherung der Bevölkerung bei. Ein umfassendes Informations- und Maßnahmenkonzept sei nicht erkennbar. Darüber hinaus ge-

linge es nunmehr auch erklärten militanten Gegnern der friedlichen Nutzung der Kernenergie, medial eine Angstkampagne zu entwickeln.
Am späten Vormittag findet im Gesundheitsministerium eine Sitzung der Bundesländer statt. Dabei wird beschlossen, die Verordnungen einiger Bundesländer betreffend Weideverbot (Grünfutterverbot) aufzuheben. Dennoch wird dringend empfohlen, Milchkühe soweit als möglich nicht mit Grünfutter zu versorgen. Die weiter sinkenden Werte bei den Milchproben zeigten, daß die »Spaltung« des Milchmarktes gut funktioniere (nur schwach strahlende Milch wird zum Verkauf als Frischmilch freigegeben, stärker radioaktive dagegen zu Trockenpulver verarbeitet, das vorerst gelagert wird).
Die Gemüsesituation sei weiterhin besonders zu beachten. Die mit Verordnung verhängten Vorbeugemaßnahmen müßten aufrecht bleiben. Die Bundesregierung habe Entschädigung für die betroffenen Bauern und Gärtner zugesagt. Darüber werde in allernächster Zeit mit dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft verhandelt werden. Für die Pfingstfeiertage sei mit einer Entspannung der Situation zu rechnen.
Dagegen meldet die Zeitung »Neues Volksblatt« auf der Titelseite: »Lebensgefährliche Radioaktivität in der Schafmilch«.
An den östlichen Staatsgrenzen stehen Feuerwehrmänner, Zollbeamte und Soldaten des Bundesheeres zur Dekontamination von einreisenden Fahrzeugen im Einsatz. Auch dort herrscht steigende Verunsicherung. Der Bürgermeister von Haugsdorf berichtet, er habe als Feuerwehrchef vom Einsatz der Feuerwehr und Bundesheeres quasi am Wirtshaustisch erfahren. Erst nach Tagen habe die Bezirkshauptmannschaft ausführliche Informationen abgeben können. Dazu kämen ständig widersprüchliche oder undurchführbare Dienstanweisungen von der Sicherheitsdirektion, der Landeswarnzentrale und den Bezirkshauptmannschaften.
Bundeskanzler Fred Sinowatz betont, die Bevölkerung werde über alles informiert. Gesundheitsminister Kreuzer wiederum erklärt zu den Vorwürfen: »Dieser scheinbare Widerspruch, der den Menschen natürlich zu verwirren geeignet ist, kommt einfach durch die Jahreszeit. Denn jetzt, wo die Jodwerte zurückgehen, sprießt nach einer Woche das Gras und kommt das erste Gemüse. Wir haben mit Zeitversetzung das Milchproblem und das Gemüseproblem jetzt nachgeschoben. Nach etwa zwei Wochen kann Entwarnung gegeben werden.«
Auf die Frage, ob eine Schadenersatzforderung an die Sowjetunion erwogen werde, antwortet der Bundeskanzler, dies sei unmöglich. Die Regierung verspricht dafür eine Änderung des Katastrophenfondsgesetzes. Damit soll den Bauern, die jetzt Gemüse einackern müssen und keine Milch liefern können, der Schaden ersetzt werden. Darüber hinaus sagt Sinowatz, Zwentendorf sei »erledigt«.
»Der Reaktorunfall von Tschernobyl hat uns kalt erwischt«, schreibt En-

gelbert Washietl in der »Presse«; »Die Fernwirkungen, die vom geschmolzenen Reaktorkern in der Ukraine ausstrahlen, scheinen Gott sei Dank nicht apokalytisch zu sein. Aber allein das, was in Österreich in einer improvisierten Notmaßnahme durchgeführt wird, ist alarmierend genug, weil plötzlich für lähmende Augenblicke die absurden Aspekte der Industriegesellschaft sichtbar werden: Nicht die Eier der bodenscharrenden Naturhühner sind zu empfehlen, sondern die aus den Legebatterien; nicht der Salat aus dem Schrebergarten, sondern der Salat aus dem Glashaus; zum Glück auch kommt das meiste Fleisch von den in lebende Fleischfabriken umgewandelten Rindern, denen sich beim Anblick von Grünfutter sowieso schon der Magen umdreht.«
Mittlerweile hat sich auch die sowjetische Informationspolitik bezüglich des Reaktorunglücks geändert. Immerhin neun Tage hat die Sowjetführung offenbar für den Beschluß benötigt, die fast totale Nachrichtensperre aufzuheben. Nachdem am vergangenen Sonntagabend das sowjetische Fernsehen in einer Nachrichensendung erste knappe Luftaufnahmen vom zerstörten Reaktorblock und der Landwirtschaft um Tschernobyl ausgestrahlt hatte, drucken im Laufe der Woche die einzelnen sowjetischen Zeitungen erste Reportagen ihrer Korrespondenten aus dem Unglücksgebiet. Diese ermöglichen weitere Aufschlüsse über den Hergang der Katastrophe, lassen aber noch immer viele Fragen offen: Immerhin vier Stunden brauchte man, stellt sich nun heraus, um die 25.000 Einwohner des Städtchens Pripjat, wo vor allem die Kraftwerksarbeiter wohnten, zu evakuieren. In diesen vier Stunden waren also tausende Menschen sehr wahrscheinlich höchster Radioaktivität ausgesetzt. Die Komsomolskaja Prawda meint, die Evakuierung in Tschernobyl habe nur knapp drei Stunden gedauert, ein Großteil der Leute sei nach Kiew gebracht worden. In Kiew selbst gebe es keine Panik, das Leben laufe normal, die Wirtschaft funktioniere.
In einer offiziellen Mitteilung des Ministerrates der UdSSR heißt es, man habe den Fluß Pripjat im Gebiete des beschädigten Kraftwerks eingedeicht, um eine mögliche »Verschmutzung« zu verhindern. Beobachter schließen nicht aus, daß radioaktives Flußwasser aus der Ukraine bereits ins Schwarze Meer gelangt ist, und damit das Umfeld der Krim, eines der beliebtesten Urlaubsgebiete der UdSSR, beeinträchtigt hat. Inzwischen trafen in Moskau mehrere westliche Spezialisten für Atomenergie, darunter auch der Leiter der Internationalen Atomenergieagentur in Wien, Hans Blix, ein. Seit vergangenem Wochenende arbeitet in Moskau der Knochenmarkspezialist Dr. Robert Gale; er behandelt aus Tschernobyl nach Moskau eingeflogene Strahlenkranke. Ihr Zustand, diagnostiziert Gale, sei ernst, aber er habe ähnliche Kranke bereits früher behandelt.
Die Mitgliedsländer der Europäischen Gemeinschaft verständigen sich auf einen generellen Einfuhrstopp für frische Lebensmittel aus östlichen

Ländern mit möglicher radioaktiver Verseuchung. Dieser Grundsatzbeschluß wird noch in einzelnen technischen Einzelheiten überarbeitet. Dem Importstopp für frische Drittlandsware liegt entsprechend einem Vorschlag der EG-Kommission ein geographischer Radius von 1000 Kilometern um den Unfallsort Tschernobyl zugrunde. Damit sind die Ostblockstaaten Sowjetunion, Bulgarien, Ungarn, Polen, Rumänien und Tschechoslowakei als Herkunftsgebiete betroffen. Darüber hinaus versuchen die EG-Bürokraten, auch den innergemeinschaftlichen Handel zu berücksichtigen. Dabei kommt es jedoch zu heftigen Streitigkeiten, die noch Tage später nicht bereinigt sind: Vor allem die Italiener und die Deutschen können sich nicht über gemeinsame Grenzwerte der Radioaktivität einigen.

Donnerstag, 8. Mai. Die Österreichische Ärztekammer meldet sich mit einer Kritik an den Maßnahmen des Gesundheitsministeriums zu Wort. Die Aktionen des Ministeriums seien viel zu spät erfolgt, die als Schutz vor der zusätzlichen Strahlenbelastung herausgegebenen Empfehlungen überzogen. Man hätte Schutzmaßnahmen, so Dr. Erwin Rasinger, Umweltschutzreferent der Österreichischen Ärztekammer, vor allem für Kinder sofort nach dem ersten radioaktiv belasteten Regen ergreifen müssen. Das Absagen von Schullandwochen und anderen Aktivitäten von Kindern im Freien acht Tage nach der ersten Belastung bringe nichts.
Nach dem Verkaufsverbot von Frischgemüse beginnen Bauern und Landwirtschaftkammern, den möglichen Schaden zu errechnen, der daraus erwachsen könnte. Allein im Burgenland müssen 1,5 Millionen Häuptel Salat vernichtet werden. In Oberösterreich soll der Schaden rund 10 Millionen Schilling betragen. Staatssekretär Gerolf Murer fordert eine Novellierung des Katastrophenhilfegesetzes noch vor dem Sommer, um die Landwirte zu entschädigen. Nach einer Warnung, radioaktive Schnittblumen in die Wohnungen zu stellen, betont die Gärtnerinnung, daß 95 Prozent der 17 Millionen Schnittblumen, die für den Muttertag angeboten werden, aus Glashäusern stammten.
Größeren Wirbel löst eine Meldung der Stadt Linz aus, daß bei Schönwetter bereits ab heute die Freibäder geöffnet würden. Der Linzer Bürgermeister ordnet daraufhin an, die Bäder dürften erst ab 17. Mai besucht werden.
Der »Kampf mit dem Reaktor« im ukrainischen Tschernobyl ist, wie die sowjetische Presse aktuell meldet, noch nicht zu Ende. Es wird versucht, den beschädigten Reaktor auch von unten zu neutralisieren. Aus Hubschraubern seien bisher schon mehr als 4.000 Tonnen Sand, Lehm, Blei und Bor auf den Reaktor geworfen worden. Inzwischen versuchen besorgte Eltern in der Ukraine, ihre Kinder aus Furcht vor der Radioaktivität in andere Landesteile zu bringen. Reisende aus Kiew berichten, die

Fahrkartenschalter der Eisenbahn und der Fluggesellschaft Aeroflot seien dicht umlagert. An den Ausfallsstraßen gebe es verstärkte Polizeiposten. Berichte in der Sowjetpresse, die inzwischen detaillierter geworden sind, bestätigen, daß das Leben im Kiewer Gebiet seinen »normalen, ruhigen Gang« gehe, daß es aber »auch Besorgnis« gebe. Die Nachrichtenagentur TASS bringt die Warteschlangen an den Fahrkartenschaltern allerdings mit den bevorstehenden Sommerferien in Verbindung. »Alle Kinder aus den evakuierten Kreisen werden als erste in Pionierlager, Sanatorien und Erholungsheime geschickt«, berichtet die TASS.

In der Bundesrepublik Deutschland gibt die dortige Strahlenschutzkommission mittlerweile Entwarnung. Bundesinnenminister Friedrich Zimmermann versichert, es habe »zu keiner Zeit eine Gefährdung der Bevölkerung« bestanden und es bestehe auch jetzt eine solche Gefahr nicht. Die »kurzzeitig angestiegende Radioaktivität der Luft« sei inzwischen gesunken und habe vielerorts wieder den Normalwert erreicht. Es entspringe einer »völlig unbegründeten Hysterie«, stellt die Strahlenschutzkommission weiter fest, wenn Kindern empfohlen werde, sie sollten nicht auf dem Rasen spielen. Die Strahlenschutzkommission konkretisiert weiter ihre Empfehlungen für Grenzwerte der Strahlenbelastung in Lebensmitteln. Solche Richtwerte seien zur Zeit nur für Frischmilch und frisches Blattgemüse notwendig. Die Wissenschaft wende sich nun besonders dem Cäsium-137 zu, das längerfristig Schäden hervorrufen könne. Die Kommission sei jedoch zu dem Ergebnis gekommen, daß die Cäsiumwerte derzeit nicht alarmierend seien, sodaß es hierfür besonderer Richtwerte nicht bedürfe.

Die Grünen in der Bundesrepublik Deutschland wollen ein länderübergreifendes Volksbegehren für die Abschaltung aller Atomkraftwerke einleiten. Nach Auffassung ihres Bundesvorstandes komme die Mitteilung der Strahlenschutzkommission einer »Bankrotterklärung des offiziellen Strahlenschutzes gleich«. Die Darstellung des Leiters der Kommission, daß man mit der Radioaktivität leben müsse, bedeute das Eingeständnis, daß es letztlich keinen wirksamen Schutz der Bevölkerung vor radioaktiver Verseuchung gebe: »Selten ist dies von offizieller Seite so offen mit solchem Zynismus zugegeben worden«, so der Bundesvorstand. Auch der SPD-Fraktionsvorsitzende im Bundestag, Hans-Jochen Vogel, stellt fest, das Reaktorunglück in der Sowjetunion müsse Anlaß für eine neue Grundsatzdebatte über die Nutzung der Kernenergie sein.

Der ukrainische Gesundheitsminister Romanenko erklärt, eine unmittelbare Bedrohung der Gesundheit der Bewohner Kiews und des Gebiets bestehe nicht. Nach einer Änderung der Windrichtung in den jüngsten Tagen sei jetzt allerdings ein gewisses Ansteigen der Radioaktivität registriert worden. In diesem Grad sei sie jedoch nicht gesundheitsschädlich. Der Minister warnt vor einer »Selbstbehandlung« mit prophylaktischen

Medikamenten gegen Strahlenschäden. Er rät ferner allen, die in der Nähe der Unfallzone leben, ihre Wohnungen mit feuchten Lappen sauber zu machen. Außerdem empfiehlt Romanenko, nicht in offenen Wassern zu baden. Die Prawda berichtet erstmals aus der evakuierten Stadt Tschernobyl. Zwei sowjetische Reporter waren dorthin von Kiew aus mit dem Schiff gefahren. »Ein seltsames Gefühl überkommt dich, wenn du in eine Stadt gehst, wo du niemanden siehst«, schildern sie ihre Ankunft. An der Anlegestelle sei ein Hund schwanzwedelnd auf sie zugesprungen. »Die Besitzer sind weggefahren, und er bewacht das Haus«, schreiben sie.

Der Bericht in der Prawda scheint Informationen westlicher Diplomaten in Moskau zu bestätigen, daß Tschernobyl erst diese Woche vollständig evakuiert wurde. Tschernobyl soll rund 30.000 Einwohner gehabt haben. Die Maßnahmen sollen erst am vergangenen Freitag eingeleitet worden sein. Der Leiter der Regierungskommission, Boris Schtscherbina, hatte auf einer Pressekonferenz am Dienstag mitgeteilt, daß auch die andere Stadt im Unfallgebiet, Pripjat, erst eineinhalb Tage nach der Explosion im Kernkraftwerk, nämlich am 27. April nachmittags, von ihren ungefähr 40.000 Einwohnern mit 1.100 Bussen geräumt worden sei.

Zwei Wochen vor den Parlamentwahlen hat die niederländische Regierung wegen des sowjetischen Reaktorunfalls ihre Pläne für einen Großeinstieg in die Atomenergie auf unbestimmte Zeit verschoben. Ministerpräsident Ruud Lubbers teilt nach einer Kabinettssitzung mit, seine Regierung dränge auf Informationen über das Schmelzen des Graphitkerns in Tschernobyl, bevor weitere Schritte unternommen würden.

Offenbar ebenfalls im Zusammenhang mit dem Reaktorunfall in der Sowjetunion will auch Jugoslawien auf den Bau eines zweiten Atomkraftwerkes verzichten. Wie die Zeitung Vecernje Novosti meldet, sah der Entwicklungplan für Kroatien den Bau des Kernkraftwerkes Prevlaka, 50 Kilometer nordöstlich von Zagreb, vor. Dieser Reaktor wird nun aus dem Entwicklungsplan gestrichen.

Auch die schwedische Regierung erwägt einen vorzeitigen Ausstieg des Landes aus der Atomenergie. Eine entsprechende Entscheidung ist nach Angaben von Ministerpräsident Ingvar Carlsson abhängig von einem Gutachten des schwedischen Energierates, der die Ursachen des Reaktorunglücks von Tschernobyl analysieren und die Sicherheit der schwedischen Atomkraftwerke neu bewerten soll. Die sozialdemokratische Regierung Schwedens hatte erst vor wenigen Monaten einen Plan vorgelegt, wonach der 1980 in einem Volksbescheid beschlossene Ausstieg aus der Atomenergie im Jahre 1995 mit ersten konkreten Maßnahmen eingeleitet werden solle. Mit der nun bekundeten Bereitschaft, eine Vorverlegung dieser Pläne zu erwägen, reagiert die Regierung Carlsson unter anderem auf die Forderung Dänemarks, ein nur 20 Kilometer von

der Millionenstadt Kopenhagen entferntes Atomkraftwerk umgehend stillzulegen.

Woche vom 11. zum 18. Mai. Die Rettungsarbeiten in Tschernobyl und die Folgen der Radioaktivität in großen Teilen Europas bleiben weiterhin im Blickpunkt des öffentlichen Interesses. Die Lage im Unglücksreaktor von Tschernobyl scheint nun tatsächlich unter Kontrolle. Der IAEA-Generaldirektor Blix erklärt nach seiner Rückkehr aus der UdSSR, das Feuer sei aus, der Reaktorbrand sei »praktisch vorüber«.
Erstmals werden von sowjetischer Seite auch Fehler nach dem Unglück in dem Kernkraftwerk zugegeben. Das Bedienungspersonal in Tschernobyl habe teilweise versagt. Die nach Moskau übermittelten Informationen seien weder ausreichend noch korrekt gewesen. »Am Anfang hätte man den Schaden im Rahmen halten können, ungefähr so, wie das in anderen Ländern der Fall gewesen ist«, sagte Valentin Falin, Chef der sowjetischen Nachrichtenagentur Nowosti in einem Interview mit dem Nachrichtenmagazin »Der Spiegel«. Falin bestätigt weiter, daß die Sowjetunion von dem Unglück völlig unvorbereitet getroffen worden sei und daß es »im Grund genommen keine vorsorglichen Instruktionen« gegeben habe.
In mehreren europäischen Städten kommt es am Muttertag zu Demonstrationen gegen die Atomkraft, darunter auch in Laibach, wo hunderte Jugendliche gegen den Bau weiterer Atomkraftwerke in Jugoslawien protestieren.
Obwohl in ganz Österreich der Strahlenpegel in der Luft weiterhin konstant fällt, werden die vom Gesundheitsminsterium empfohlenen Vorsichtsmaßnahmen für die Bevölkerung weiter aufrecht erhalten. Man bleibt bei der Prognose, daß ab Pfingsten »Entwarnung« gegeben werden kann. Bei der Milch pendeln sich die Belastungswerte inzwischen auf 2 bis 4 Nanocurie pro Liter für Jod-131 ein. Der zulässige Höchstwert ist 10 Nanocurie. Bei Gemüse hingegen sei die Lage immer noch eher schwierig einzuschätzen, sagt Dr. Karl Hartig vom Gesundheitsministerium.
Aus dem Forschungszentrum Seibersdorf wird gemeldet, man habe erstmals auch das langlebige Cäsium-137 nachgewiesen. Die Werte lägen jedoch weit unter der zulässigen Höchstgrenze: »Man müßte, um diese zu erreichen, an die 1.000 Liter Milch trinken«, so eine Stellungnahme des Forschungszentrums.
Die Salzburger Atomgegner wenden sich in einem Protestbrief an Bayerns Ministerpräsidenten Franz Josef Strauß. Sie beziehen sich dabei auf den Bau der Wiederaufbereitungsanlage bei Wackersdorf. Landeshauptmann Haslauer betont, die Politiker seien aufgerufen, darüber zu entscheiden, inwieweit es zu verantworten sei, ein größeres Risiko des Lebens in Kauf zu nehmen, nur um mehr Lebensstandard zu erreichen.

»Man hat uns belogen«, entrüstet sich nun, zwei Wochen nach dem Reaktorunglück, ein sonst betont zurückhaltender Präsentator einer aktuellen Sendung des französischen Fernsehens. Der Zorn scheint berechtigt: Seit der Reaktorkatastrophe in der Ukraine hatten die mit der Überwachung der Radioaktivität beauftragten Amtsstellen den Franzosen einzureden versucht, die »Todeswolke« sei Dank einem (offenbar frankophilen) »Azorenhoch« präzise über dem Rhein, über dem Jura und den Alpen zum stehen gekommen und habe dort brav kehrt gemacht. Wer sich zur Frage erkühnte, warum zum Beispiel in Kehl der Genuß von Salat und Spinat verboten, im unmittelbar danebenliegenden Straßburg aber erlaubt sei, erhielt als Antwort einen verächtlichen Hinweis auf die »typisch deutsche Hysterie«. Die Gründe für das wohl dirigierte Verdunklungsmanöver sind klar: Frankreich ist mit 40 Reaktoranlagen, gemessen an der Größe des Landes und seiner Bevölkerung, bei der Nutzung der Kernkraft am weitesten: 65 Prozent ihres Strombedarfes werden inzwischen aus Atomkraftwerken gedeckt. Kernenergie stellt seit langem in Frankreich ein Tabu-Thema dar; sie zu kritisieren, kommt einer Nestbeschmutzung gleich. Deshalb konnte der Leiter des Amtes für Strahlenschutz zunächst jegliche Gefahr ableugnen, ohne kritisiert zu werden. Plötzlich aber brechen die Dämme: Die alarmierenden Meldungen aus den Nachbarländern lassen sich nicht länger unterdrücken, Bauern aus der Provence erscheinen vor den Fernsehkameras mit ihrem verseuchten Gemüse und mit ihrer Milch, die man an der Grenze zur Schweiz und zu Deutschland zurückgewiesen hat. Mit großer Verspätung stellt sich heraus, daß am 2. Mai über dem größten Teil Frankreichs eine radioaktive Belastung der Atmosphäre gegeben war, die bis zu 400 Mal über den normalen Werten lag. Umweltschutzminister Alain Carignon wäscht seine Hände in Unschuld: Für die Sicherheitsmaßnahmen sei der Industrieminister verantwortlich, für die Überwachung der Radioaktivität die ihm vorgesetzte Gesundheitsministerin (beide scheinen vom Erdboden verschluckt zu sein). Die verspätete Information der Bevölkerung sei im übrigen durchaus begreiflich und normal: Frankreich habe ja mit dem 1. und 8. Mai zwei verlängerte Wochenenden mit einigen Ruhetagen hinter sich.

In den sowjetischen Medien wird zunehmend über das Reaktorunglück berichtet. Die Medien schildern heroische Attacken gegen die widerspenstigen Naturelemente und verbreiten dabei Gegensätzliches. So heißt es an einer Stelle, die Evakuierung sei Dank dem selbstlosen Einsatz vieler Helfer hervorragend organisiert gewesen. Dagegen meldet die Prawda Strafen für Genossen, die versagt hatten. Berichten, die knapp 100.000 Evakuierten aus der Sperrzone wären bei der Aktion ruhig geblieben, stehen Informationen gegenüber, es habe »auch einige Fälle von Panik« gegeben (Prawda).

Daten über die Verseuchung der ukrainischen, baltischen und weißrussi-

schen Felder fehlen nach wie vor. Westliche Experten in Moskau halten allerdings Horrormeldungen von Rieseneinbußen für übertrieben. Der Verlust von Getreide im Sperrgebiet wird derzeit auf rund 300.000 Tonnen im Jahr geschätzt. Auch nach dem Unglück von Tschernobyl gibt es aber im sowjetischen Energieprogramm, das den Bau von weiteren 30 Kernkraftwerken vorsieht, offensichtlich keine Abstriche. Für die Sowjetführung scheint »das Atom« trotz Tschernobyl unverzichtbar. Dafür wird der westliche Film »Das China-Syndrom« aus dem Verkehr gezogen.

Am Mittwoch, den 15. Mai, äußert sich der sowjetische Parteichef Michael Gorbatschow in einer halbstündigen Fernsehrede zum ersten Mal öffentlich zum Thema Tschernobyl. Gorbatschow nennt die ersten zwei Opfer, die beim Unfall ums Leben gekommen seien, beim Namen und fügt hinzu, 199 Personen seien wegen Strahlenschäden in Spitäler eingeliefert worden. Von ihnen seien sieben verstorben. Der Parteichef drückt den betroffenen Familien das Beileid der Führung aus und zollt allen Anerkennung, die sich an den Rettungs- und Aufräumarbeiten beteiligt hatten. Über Ursachen und Ablauf der »Havarie« sagt Gorbatschow nichts Neues und gar nichts über ihr Vertuschen. Auch nichts über den Grad der Verseuchung Rußlands und des übrigen Europa. Gorbatschow dankt lediglich für die von den »Bruderländern« bewiesene Solidarität und auch für die Sympathieerklärungen anderer Staaten. Die NATO-Staaten und die USA hätten allerdings das Unglück zu politischen Zwecken ausgenützt. Eine zügellose antisowjetische Kampagne sei durch massive Lügen entfesselt worden. Die westliche Haltung habe das Ziel, von den sowjetischen Abrüstungsvorschlägen zur Liquidierung der Atomwaffen abzulenken.

Gorbatschows Auftritt im Fernsehen löst in Washington zurückhaltende Reaktionen aus. Offenbar verfolgt man dort die Linie, kein Salz in die Wunden von Tschernobyl zu streuen. Der Sprecher des Weißen Hauses, Larry Speakes, stellt allerdings fest, daß Gorbatschow »unbegründete Beschuldigungen« erhoben habe und meint, wenn einige der westlichen Berichte nicht zutreffend gewesen sein sollten, so gehe dies auf das Konto der sowjetischen Geheimniskrämerei. Jeder Versuch, legitimes ausländisches Interesse an einer größeren Katastrophe hinterlistigen politischen Motiven zuzuschreiben, sei bedauerlich.

In Österreich zeigt Bundeskanzler Sinowatz vor dem Nationalrat die Konsequenzen auf, die die Regierung aus dem Reaktorunglück von Tschernobyl zu ziehen plant. Er betont jetzt einen »moralischen Anspruch Österreichs« auf Schutz vor Reaktorstörfällen. Er sehe nun die friedliche Nutzung der Kernenergie in einem anderen Lichte als vorher, warnt jedoch vor undifferenzierter Technikfeindlichkeit. Als unmittelbare innenpolitische Konsequenz der Reaktorkatastrophe verkündet Sinowatz, daß die Bundesregierung ohne neuerliche Volksabstimmung

auf die Inbetriebnahme des Kernkraftwerkes Zwentendorf verzichten werde: »Nicht aus Mißtrauen gegenüber der hervorragenden Arbeit der österreichischen Ingenieure und Wissenschafter, sondern aus Mißtrauen gegenüber der Technologie.« Die Regierung wolle dafür eintreten, daß die Nutzung der Kernenergie in anderen Staaten durch internationale Konventionen erfaßt werde. Laut Sinowatz hat die Wiener Regierung bereits mit anderen vom Störfall betroffenen Staaten Verbindung aufgenommen, um zu koordiniertem Vorgehen in der Frage der Schadenersatzansprüche an Moskau zu gelangen. Solche Ansprüche könnten darauf gestützt werden, daß die Sowjetunion beim Betrieb des Reaktor von Tschernobyl ihre völkerrechtlich gebotene Sorgfaltspflicht verletzt hat, insofern sie den zumutbaren internationalen Sicherheitsstandard nicht eingehalten habe (siehe Seite 73).
Vizekanzler Dr. Norbert Steger fliegt eigens in die Bundesrepublik, um dem deutschen Wirtschaftsminister und dem Außenminister Bedenken Österreichs hinsichtlich der geplanten atomaren Wiederaufbereitungsanlage im bayrischen Wackersdorf nahe zu bringen. Eine persönliche Begegnung kommt allerdings nicht zustande – die deutschen Minister sagen die Unterredung aus terminlichen Gründen ab, Steger muß sich mit einem Telefongespräch begnügen.
Am Pfingstsamstag nimmt Gesundheitsminister Kreuzer im Mittagsjournal des Hörfunks nochmals ausführlich zum Thema Tschernobyl Stellung. Die Gefahr sei nunmehr vorbei; dennoch solle man nach wie vor »grundloses sich Wälzen im Grase vermeiden«. Die Sandkastenspiele seien jetzt wieder erlaubt. Auf die Frage, wie die Familie Kreuzer auf Tschernobyl reagiert habe, sagt Kreuzer: »Unser langhaariger Hund ist weniger in die Wiese gelassen worden und dafür öfter gewaschen worden – was er gar nicht gern hat.« Außerdem habe man ihn weniger gestreichelt.
Die kommende Ernte von Erdbeeren »dürfte unbedenklich sein«, so Kreuzer weiter. Beim Spinat seien allerdings »nach wie vor Probleme gegeben«. Nochmals weist Kreuzer die Vorwürfe zurück, man habe wegen der Maiaufmärsche zu spät auf die radioaktive Wolke reagiert. Die Österreicher seien vielmehr die ersten gewesen, die in der Milch den strengen Grenzwert von 10 Nanocurie für Jod-131 erlassen hätten. Zur Frage der radioaktiven Belastung durch Cäsium-137 meint Kreuzer: »Wir hoffen, daß der Pegel so niedrig ist, daß eine langfristige Belastung akzeptabel ist«. Jedenfalls aber sei die Welt nach Tschernobyl eine andere geworden. Auch das Vertrauen in die Versicherung sei erschüttert, daß etwas ganz Furchtbares nie passieren könne.

Woche vom 18. zum 25. Mai. In Salzburg ist man über die inzwischen erfolgte Freigabe des Verkaufs von Häuptelsalat durch Gesundheitsminister Kreuzer empört. Seit Dienstag darf in ganz Österreich diese Sorte

wieder verkauft werden, nicht aber Spinat, Schnittlauch, Petersilie und Vogerlsalat. Der Salzburger Amtsarzt Dr. Christoph König protestiert gegen die Maßnahme: Salzburg sei von der Radioaktivität nach wie vor am stärksten betroffen. Deshalb dürfe es dort auch für die Häuptel keine Freigabe geben. Schon bisher hätten Händler versucht, das Verbot zu unterlaufen und Salat aus Tirol auf den Markt zu schmuggeln. Die Ware sei aber rechtzeitig entdeckt und wieder zurückgeschickt worden.
Der Wiener Internist Professor Dr. Karl Fellinger nimmt im Fernsehen zum Thema Radioaktivität und Schwangerschaft Stellung: Tschernobyl werde in der Statistik der Geburtsschäden in Österreich nicht aufscheinen. Es sei kein Grund für Schwangerschaftsunterbrechungen gegeben. Die beruhigende Stellungnahme erfolgt offenbar unter dem Eindruck der Tatsache, daß die Abtreibungskliniken in den vergangenen Tagen starken Zulauf registrieren.
In der Bundesrepublik Deutschland kommt es nun zu Ausschreitungen in Wackersdorf. Vor allem am Pfingstwochenende sind schwere Zusammenstöße zwischen Polizei und Kernkraftgegnern zu verzeichnen; zahlreiche Demonstranten und mehr als 150 Polizisten werden zum Teil schwer verletzt, als mehrere hundert militante Kernkraftgegner mit Steinschleudern, Stahlkugeln, Molotowcocktails und einem Bagger gegen den Bauzaun vorgehen. Die Polizei setzt wiederholt chemische Reizstoffe gegen die Demonstranten ein. Die Protestaktionen erreichen am Pfingstmontag einen Höhepunkt. Nach Schätzungen der Polizei sind im Laufe des Nachmittags rund 10.000 Demonstranten beim Baugelände.
In den sowjetischen Medien rückt die Beschuldigung, der Westen habe das Kraftwerksunglück politisch ausgeschlachtet, immer mehr in den Vordergrund. Mehrere sowjetische Stellen lassen wissen, daß die UdSSR nicht daran denke, Schadenersatzforderungen aus anderen Ländern zu akzeptieren. Prawda und TASS attackieren den deutschen Bundeskanzler Helmut Kohl wegen seiner Rede vor den Vertriebenenverbänden. Kohl habe die Gelegenheit zur Ausnützung des Unglücks von Tschernobyl nicht vorbeigehen lassen, er habe »völlig unbegründete Entschädigungsforderungen angemeldet wegen Schäden, die angeblich in der Bundesrepublik Deutschland verursacht wurden.« Diese »schamlose Forderung« zeige, daß man in Bonn offenbar die eigene, aus dem Zweiten Weltkrieg stammende »untilgbare Schuld« gegenüber der Sowjetunion schon vergessen habe.
Dazu schreibt die Neue Zürcher Zeitung am 21. Mai: »Die Sowjets sind, und dies gilt selbst für die vollinformierte oberste Schicht, gewissermaßen Opfer ihrer selbst bewirkten Isolation. Die seit Jahrzehnten geführte westliche Debatte über die Kernenergie ist ja stets nur als ein kurioses, allenfalls für die eigenen Zwecke ausnützbares Phänomen betrachtet worden. Die öffentliche Meinung als Faktor existiert in der

UdSSR eben nicht und soweit die Sowjetführung mit ihr rechnet, gilt sie nur als Manipulationsobjekt. Daß ein Reaktorunglück von diesem Ausmaß, gerade weil es der erste Fall dieser Art ist, im Westen Ängste und Leidenschaften entfesseln mußte, erscheint den sowjetischen Behörden schwer verständlich, da sie die energiepolitische Auseinandersetzung in jenen Ländern in ihrer Bedeutung und ihrem Wesen nie verstanden haben. Ihre Folgerung besagt jetzt entsprechend, Aufregung und Vehemenz seien künstlich und dienten antisowjetischen Zwecken.«
Der US-Arzt Robert Gale ist mittlerweile in die Vereinigten Staaten zurückgekehrt. Seiner Meinung nach wird Tschernobyl möglicherweise für bis zu 100.000 Sowjetbürger zu Spätfolgen durch Strahlungsschäden führen. 300 Sowjets seien einer akuten Strahlengefahr ausgesetzt gewesen, 35 von ihnen einer lebensgefährlichen Dosis.
Am Dienstag um 0 Uhr 37 tickt ein brisanter Text aus dem Fernschreiber des österreichischen Gesundheitsministeriums. Nahrung für Säuglinge und Kleinkinder, teilt Minister Franz Kreuzer darin »an alle Herren Landeshauptmänner« mit, dürfe nicht mehr als 0,3 Nanocurie des radioaktiven Nuklids Cäsium-137 pro Liter oder Kilogramm enthalten. In einem zweiten Telex kündigt Kreuzer weiters einen Grenzwert von 2 Nanocurie Cäsium-137 »für Vollmilch, Sauermilch, Joghurt und ähnliche Milcherzeugnisse« zum allgemeinen Konsum an. Der Zeitpunkt, ab dem dieser Grenzwert strikte einzuhalten sei, werde gesondert bekanntgegeben.
Mehr als ein Drittel der angelieferten Milch dürfte gegenwärtig mehr als 2 Nanocurie Cäsium-137 enthalten. Und baby-geeignete Milch mit weniger als 0,3 Nanocurie Cäsium-137 genießt zur Zeit in manchen Gebieten Österreichs Seltenheitswert.
Wenn die neuesten Maßnahmen des Gesundheitsministers tatsächlich so strikt angewendet werden, wie er sie angekündigt hat, dann droht daher dem heimischen Milchmarkt ein Chaos. Bereits die rigorosen Kontrollen auf radioaktives Jod – rund 20 Prozent der in den letzten Wochen untersuchten Milchproben überschritten den Grenzwert für dieses Nuklid – störten die sorgsam austarierten Mechanismen der Marktordnung: die Molkereien sind normalerweise verpflichtet, die von den Bauern angelieferte Milch einzukaufen; strahlte diese zu stark nach Jod, dann durfte sie nicht als Frischmilch weitervermarktet, sondern mußte zu Trockenmilch verarbeitet und vorerst gelagert werden, um die Strahlung abklingen zu lassen. Niemand weiß derzeit, wieviel davon später vernichtet werden muß, weil die Radioaktivität doch über den Grenzwerten geblieben ist. Jedenfalls häufen sich bereits Berge an Trockenmilch. Je länger die Trockenwerke ihre Lagerware horten müssen, desto eher sitzen sie aber auch finanziell auf dem Trockenen und können die Molkereien nicht mehr bezahlen. In der Folge gähnen auch dort leere Kassen. Die Bauern wollen aber erst recht Geld für ihre Milch sehen.

»Es geht bei diesen Abrechnungen«, schätzt Magister Walter Loibl von der Bundesinnung der Molkereien, »um hunderte Millionen Schilling«. Der Ruf nach einer Finanzhilfe aus dem Katastrophenfonds wird deshalb immer lauter. Damit wären die Lücken vorerst geschlossen, die Milchmisere letztlich auf den Steuerzahler abgewälzt.
Niedrige Grenzwerte für Cäsium würden die ohnehin bereits prekäre Lage sprunghaft verschärfen: dann dürfte nur Frischmilch ausgeliefert werden, die sowohl bei Jod als auch bei Cäsium radio-akzeptabel ist. Während aber Jod eine Halbwertszeit von rund acht Tagen hat, in wenigen Wochen daher kaum mehr meßbar strahlt, zerfällt Cäsium erst in rund 30 Jahren zur Hälfte. Nicht wenige Milchproben enthalten gegenwärtig jedoch bis zu 40 Nanocurie Cäsium-137 – also bis zum Zwanzigfachen des geplanten Grenzwerts von 2 Nanocurie. Eine derartige Überdosis ließe sich durch Abwarten keineswegs beseitigen. Die Milch müßte folglich weggeworfen werden.
Nicht alle Milchbauern und Molkereien sind von den Maßnahmen betroffen. Kritisch ist die Lage, so Ministerialrat Dr. Georg Lindner vom Gesundheitsministerium, beispielsweise in weiten Teilen Oberösterreichs, im Salzburger Flachgau und in der Gegend von Amstetten. In Wien und Kärnten dagegen sei die Milch weitgehend cäsiumfrei. An diesen Diskrepanzen sind allem Anschein nach die Grünfütterung und das Wetter schuld: Als am 30. April die radioaktive Wolke aus Tschernobyl über Österreich zog, stiegen im gesamten Bundesgebiet die Strahlenwerte in der Luft sprunghaft an. Aber nur dort, wo es just zu diesem Zeitpunkt regnete, wurden die radioaktiven Nuklide in hohen Mengen zu Boden und damit auch auf das Weidegras gewaschen. Dort kann man seither Werte bis zu 200 Nanocurie Cäsium pro Kilogramm Gras messen; wo es in der kritischen Phase nicht regnete, sind nur rund 10 Nanocurie und weniger zu verzeichnen.
Jene Bauern, die in der Folge ihre Kühe auf cäsiumreiche Wiesen trieben, haben jetzt auch cäsiumreiche Milch. Sogar das Fleisch ihrer Weidetiere enthält mittlerweile bis zu 200 Nanocurie Cäsium pro Kilogramm (in der Schweiz gilt ein Grenzwert von 7 Nanocurie Cäsium pro Kilo Fleisch). Wer dagegen das vom Gesundheitsministerium angeordnete Verbot der Grünfütterung befolgte, ist diesbezüglich aus dem Schneider. Mit Nachdruck wird daher erneut empfohlen, die Kühe so lange wie möglich weiter mit Trockenfutter zu versorgen; notfalls könnten schließlich auch trockene Rübenschnitzel oder andere Ergänzungsfutter herhalten. Parallel dazu müßte jetzt, hofft Lindner, die erste Heuernte vorgezogen und separat gelagert werden. Darin befände sich dann die Hauptmenge der vom Regen ausgewaschenen Nuklide. Das für den zweiten Schnitt heranwachsende Gras wäre dann aller Wahrscheinlichkeit nach radiopassiv. Darüber hinaus sei es wichtig, mit dem Almauftrieb der Kühe zu warten, bis genügend Meßdaten aus den Bergregionen vorlägen.

Warten müssen vorerst auch alle anderen Bauern, bis zweifelsfrei klar sein wird, in welchem Ausmaß die bald heranreifenden Erdbeeren und Marillen und später auch das Getreide langlebiges Cäsium enthalten (das radioaktive Jod wird bis zum Sommer jedenfalls abgeklungen sein). Die Strahlenexperten sind zwar weitgehend sicher, daß das Ärgste bereits vorbei ist; dennoch könne es da und dort regional bedingte Probleme geben. Für Obst, Gemüse und Pilze ist bereits ein Grenzwert von 3 Nanocurie Cäsium pro Kilogramm vorgesehen.
Hart getroffen sind jedenfalls jene Obst- und Gemüseproduzenten, die sich vertraglich an Lieferanten aus dem Ostblock gebunden haben. Infolge der europaweiten Importsperren für COMECON-Lebensmittel ist diese Quelle bis auf weiteres versiegt. Wenn die Verarbeiter ihre Rohware nicht anderweitig beschaffen können, werden ihre Maschinen wohl auch bis auf weiteres still stehen.
Unter Umständen macht sich Cäsium auch im Fleisch unangenehm bemerkbar. Hasen und Rehe enthalten bereits bis zu 50 Nanocurie Cäsium pro Kilogramm. Schon wegen der vorübergehenden Jodbelastung wurde die Schonzeit bis 1. Juni verlängert; nun wird sie möglicherweise noch weiter aufgeschoben werden müssen. »Aber der Wildverzehr ist nicht hoch«, beruhigt Lindner; deshalb werde man mit diesem Problem leichter fertig werden.
Die von Minister Kreuzer bereits für Pfingsten angekündigte »Entwarnung« läßt also auf sich warten. »Wir wollen mit den Grenzwerten«, argumentiert Lindner, »das Risiko so klein wie möglich halten«.
Tatsächlich scheint das Strahlenrisiko in Summe sehr klein, wenn man es im Verhältnis etwa zu den Folgen freiwilliger Risken, etwa des Zigarettenrauchens, sieht. Die gesamte Strahlenbelastung, die der österreichischen Bevölkerung aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl erwächst, dürfte, ersten Schätzungen zufolge, kaum höher sein als das Ausmaß an natürlicher Strahlung, die im Laufe von ein bis zwei Jahren in jeden Menschen eindringt. Schwangere und Kleinkinder sind zwar empfindlicher, aber ein eventueller Schaden wird auch bei diesen wahrscheinlich nicht statistisch faßbar sein.
Man kann auch die Cäsiumwerte in der Milch von zwei Seiten sehen: im Normalfall enthält sie maximal einige Picocurie Cäsium-137 (1 Nanocurie sind 1.000 Picocurie); jetzt werden also tausendmal höhere Werte gemessen. Andererseits ist in der Milch von Natur aus radioaktiv strahlendes Kalium-40 zu finden, und zwar in einem Ausmaß von wenigen Nanocurie. Demgegenüber ist die zusätzliche Belastung durch Cäsium nicht so gewaltig.
Der Strahlenexperte Professor Dr. Erich Tschirf vom Atominstitut der Österreichischen Hochschulen hält deshalb die vorbeugenden Maßnahmen des Gesundheitsministeriums für reichlich übertrieben. Ministerialrat Lindner dagegen beruft sich auf die österreichische Strahlenschutz-

verordnung und kommt zu anderen Resultaten. Die Verordnung regle Höchstwerte für beruflich Strahlenexponierte, denen ein gewisses Berufsrisiko zugemutet werden könne; der Allgemeinheit dürfe, so die Verordnung, aber nur ein Dreißigstel dieser Höchstwerte zugemutet werden. Von diesem Dreißigstel ging Lindner aus, schätzte die durchschnittlichen Verzehrsmengen von Milch, Obst und Gemüse ab und ermittelte durch simple Division, bei welchem Aktivitätswert in den einzelnen Lebensmitteln die höchstzulässige Strahlendosis nicht überschritten würde. Da Säuglinge und Kleinkinder um ein Vielfaches empfindlicher sind als Erwachsene, gelten für Babynahrung strengere Maßstäbe. Aber auch für Erwachsene müsse man, so Lindner, eine Sicherheitsmarge einbauen: Schwangere seien schließlich ebenfalls strahlenempfänglicher; viele Frauen wüßten aber mitunter wochenlang nicht, daß sie schwanger seien. Daher müsse man vorsichtshalber die Nahrung für Erwachsene ebenfalls so berücksichtigen, daß die Rechnung auch für Schwangere aufgeht. Die vorbeugenden Maßnahmen wie beispielsweise das Weideverbot hätten immerhin bewirkt, schätzt Lindner, daß heute die durchschnittliche Cäsiumbelastung durch die Nahrung weniger als ein Zehntel jenes Wertes ausmacht, der gemessen worden wäre, hätte man Weideverbote und Grenzwerte nicht empfohlen.
Bleibt noch abzuwarten, ob andere westeuropäische Staaten beim Cäsium dem Beispiel Österreichs folgen werden. In der Bundesrepublik Deutschland wurde zwar Anfang Mai ein Richtwert für Cäsium-137 erwogen, in einer Stellungnahme der deutschen Strahlenschutzkommission vom 16. Mai aber für nicht notwendig erachtet (allerdings geht aus Meßdaten, die »Der Spiegel« am 26. Mai veröffentlicht, hervor, daß in der Bundesrepublik Deutschland offenbar weit weniger Cäsium zu Boden gewaschen wurde als bei uns). Lediglich im Bundesland Hessen will man an einem Höchstwert von 1 Nanocurie für Cäsium festhalten.
Am Sonntag, den 25. Mai, meldet das Fernsehen in der Sendung »Zeit im Bild«, der Reaktorunfall von Tschernobyl werde nunmehr von sowjetischer Seite auf menschliches Versagen zurückgeführt; es seien offenbar während einer Versuchsreihe falsche Steuerbefehle eingegeben worden. Der Fallout-Spezialist Joseph Knox vom Lawrence Livermore National Laboratory in Kalifornien schätzt nunmehr laut »Der Spiegel«, im Reaktor von Tschernobyl hätten sich insgesamt 80 Millionen Curie von Jod-131 und sechs Millionen Curie Cäsium-137 befunden, der größte Teil davon sei in die Atmosphäre entlassen worden. Im Umkreis von 30 Kilometern um das zerstörte Kraftwerke werde es, setzt eine Meldung des Morgenjournals im ORF am 26. Mai nach, auf lange Sicht keine Landwirtschaft geben. Immer noch werden angeblich 10.000 Kinder pro Tag aus Kiew in entferntere Regionen geschickt (diese Maßnahme ist erst am 14. Mai, also reichlich spät, begonnen worden).

2. Natürliche und künstliche Radioaktivität

Man kann sie weder sehen, hören noch riechen. Dennoch ist radioaktive Strahlung allgegenwärtig. Um ihre Eigenschaften verstehen zu können, ist die Kenntnis einiger physikalischer Grundlagen notwendig.
Als Radioaktivität wird die Eigenschaft bestimmter Atomkerne bezeichnet, spontan in Bruchstücke zu zerfallen und dabei Energie abzugeben. Ein Atomkern ist dann radioaktiv, wenn seine Bausteine, die sogenannten Protonen und Neutronen, nicht in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen. Radioaktive Kerne – man nennt sie auch Radionuklide – sind also instabil, und weil sie instabil sind, zerfallen sie in Bruchstücke, und zwar solange, bis ein stabiler Zustand erreicht ist. Die Zusammensetzung von Nukliden wird mit der sogenannten Massenzahl charakterisiert; sie gibt an, wieviele Protonen und Neutronen im Atomkern vorhanden sind. So ist beispielsweise metallisches Radium mit der Massenzahl 226 instabil und zerfällt spontan in das Edelgas Radon mit der Massenzahl 222; bei jedem Zerfall werden zwei Protonen und zwei Neutronen frei – ein derart aufgebautes Spaltprodukt wird als Alpha-Teilchen bezeichnet.
Der radioaktive Zerfall ist ein natürliches Phänomen. Zur Zeit sind rund 1.500 verschiedene Nuklide bekannt, etwa 1.200 davon sind radioaktiv. Sie unterscheiden sich außer durch ihre Massenzahl auch in der Zahl der pro Sekunde zerfallenden Atomkerne. Jedes Nuklid hat demnach eine charakteristische »Aktivität«. Sie wird in Curie oder in Becquerel gemessen. Die Aktivität von 1 Curie liegt vor, wenn 37 Milliarden Atome pro Sekunde zerfallen. Ein Becquerel bedeutet 1 Zerfall pro Sekunde. 37 Milliarden Becquerel sind demnach 1 Curie.
Man kann auch eine Oberfläche als radioaktive Strahlenquelle ansehen; dann ist ihre Aktivitätsverteilung in Curie pro Quadratmeter oder Becquerel pro Quadratmeter angegeben. Ist die radioaktive Substanz in Luft, Wasser oder Lebensmitteln enthalten, dann spricht man von einer Radioaktivitätskonzentration; sie kann in Einheiten von Curie oder Becquerel pro Kubikmeter gemessen werden; oft werden auch Untereinheiten verwendet, also Millicurie (1/1.000 Curie), Mikrocurie (1/1.000.000 Curie) oder Nanocurie (1/1.000.000.000 Curie).
Die Aktivität der einzelnen radioaktiven Stoffe ist eine Naturkonstante – das Radionuklid Jod-131 (also Jod mit der Massenzahl 131) hat immer dieselbe Zerfallsrate, egal, ob es heiß oder kalt, feucht oder trocken ist. Darin liegt für manche Menschen auch das Unheimliche der Radioaktivität: Die Nuklide zerfallen und strahlen dabei, und nichts in der Welt kann sie daran hindern.

Die radioaktive Strahlung hört erst dann auf, wenn alle instabilen Kerne in stabile zerfallen sind. Diese Zeitspanne kann unterschiedlich lang sein und reicht von Sekundenbruchteilen bis zu Jahrmilliarden. Als Maß dafür dient die Halbwertszeit, das ist jene Zeit, nach der jeweils die Hälfte aller Kerne eines Radionuklids zerfallen ist. In der Natur vorkommendes Kalium-40 hat beispielsweise eine Halbwertszeit von etwa 1,3 Milliarden Jahren. Die meisten Spaltprodukte, die in einem Kernkraftwerk entstehen, weisen dagegen Halbwertszeiten von einigen Tagen bis zu 30 Jahren auf. Das schon erwähnte Jod-131 etwa hat eine Halbwertszeit von rund acht Tagen; das heißt, von einem Gramm Jod-131 ist nach acht Tagen nur mehr ein halbes Gramm radioaktiv, nach weiteren acht Tagen nur mehr ein viertel, nach wiederum acht Tagen nur mehr ein achtel, ein sechzehntel Gramm und so weiter. Nach zwei Monaten strahlen schließlich nur mehr 4 tausendstel Gramm.
Der weit überwiegende Teil der strahlenden Kerne, die der Wind von Tschernobyl bis Österreich getragen hat, besteht aus dem Nuklid Jod-131. Aus diesem Grund war und ist es tatsächlich nur eine Frage von wenigen Wochen, bis der größte Teil der radioaktiven Strahlung abgeklungen ist. Durchaus einleuchtend ist daher auch, während dieses Zeitraums Lebensmittel, die Jod-131 in weit höherer Konzentration als gewöhnlich enthalten, nicht zu essen oder zu trinken.
Neben dem Jod-131 hat uns der sowjetische AKW-Unfall aber noch andere radioaktive Nuklide beschert, die eine weit längere Halbwertszeit haben. Cäsium-137 und Strontium-90 haben eine Halbwertszeit von etwa 30 Jahren. Das heißt, erst im Jahre 2016 wird die Hälfte der mit der radioaktiven Wolke nach Österreich getragenen Cäsium- und Strontiumkerne zerfallen sein. Aus dem gleichen Grund können wir auch heute noch in der Atmosphäre, im Boden und in den Nahrungsmitteln jene langlebigen Nuklide messen, die Anfang der sechziger Jahre durch Atombombenversuche in der Atmosphäre freigesetzt wurden.
Auch die Intensität der Strahlung, die beim Zerfall der einzelnen Nuklide abgegeben wird, ist unterschiedlich.
Halbwertszeiten und Aktivitäten sagen allein aber noch nichts über die biologische Wirkung der damit verbundenen Strahlung aus. Es müssen dabei zusätzliche Einflußgrößen berücksichtigt werden, wie zum Beispiel Strahlenart und Strahlungsenergie, sowie das Ausmaß, in dem radioaktive Stoffe im Organismus gespeichert werden (auf diesen Aspekt kommen wir noch zurück).

Die verschiedenen Strahlenarten und ihre Wirkung

Sehen wir uns zuerst die einzelnen Strahlenarten etwas näher an: Es gibt Alpha-, Beta- und Gammastrahlen (die Neutronenstrahlen sind in unserem Zusammenhang nicht von Interesse). Alpha- und Betastrahlen bestehen aus Teilchen, zählen also zur Gattung der Teilchenstrahlung; Gammastrahlen gehören ebenso wie Röntgenstrahlen zur Gattung der elektromagnetischen Wellenstrahlung.
Die Alphastrahlen bestehen, wie bereits erwähnt, aus zwei Protonen und zwei Neutronen (genauso sind die Kerne des Elements Helium zusammengesetzt); sie haben je nach dem Zerfallsprozeß, dem sie entstammen, eine unterschiedlich hohe Energie. In der Regel werden sie durch dünne Membranen wie zum Beispiel Papier bereits aufgehalten und wirken daher praktisch nur dann, wenn der radioaktive Stoff, von dem sie ausgesandt werden (ein sogenannter Alphastrahler), in den menschlichen Körper gelangt ist und dort eine Bestrahlung von innen bewirkt. Im Gewebe gespeichert, geht von einem Alphastrahler, bezogen auf die gleiche Energie von Beta- oder Gammastrahlung, aber eine zehn- bis zwanzigfach größere biologische Wirkung aus.
Betastrahlen sind Elektronen, also sehr kleine Teilchen, die elektrisch geladen sind. Ihre Durchdringungsfähigkeit ist größer als jene der Alphastrahlen; um sie zu stoppen, braucht man schon ein Stück Aluminiumblech oder eine Glasscheibe. Sie können von außen über einen Zentimeter tief in die Haut dringen.
Gammastrahlen haben die größte Durchdringungsfähigkeit. Es bedarf eines viele Zentimeter dicken Bleiziegels oder einer meterdicken Betonwand, um energiereiche Gammastrahlen vollständig zu absorbieren. Bei radioaktiven Stoffen, die lediglich von außen auf den menschlichen Körper einwirken, ist daher in allererster Linie der Anteil der Gammastrahlung von Bedeutung; falls diese aber in den Körper aufgenommen werden, macht der Beitrag der Gammastrahlen zur biologischen Wirkung nur einen Bruchteil jener der Alpha- und Betastrahlen aus.
Alle erwähnten Strahlenarten »ionisieren«, daß heißt, wenn sie beispielsweise in eine lebende Zelle eindringen und dort auf ein Molekül treffen, wird dieses in elektrisch geladene Bruchstücke aufgespalten (ionisiert) oder so angeregt, daß sich sein biochemisches Verhalten ändert. Bei diesem Prozeß wird ein Teil der Strahlungsenergie an das Molekül abgegeben. Als Folge davon werden unterschiedliche chemische Prozesse in Gang gesetzt; eine Körperzelle kann so geschädigt oder in ihrer Funktion ähnlich beeinträchtigt werden wie etwa durch die Wirkung krebserregender Stoffe.
Eine solche Schädigung muß nicht unbedingt von Dauer sein. Der Kör-

per besitzt eine Reihe von Mechanismen, um Strahlenschäden chemisch zu flicken. Wenn eine geschädigte Zelle abstirbt, ist auch das nicht das größte Problem, denn der Körper ersetzt jeden Tag zahlreiche alte und verbrauchte Zellen durch neue. Ist aber der Schaden zu groß, um vom Körper repariert werden zu können, aber auch zu klein, um den Zelltod zu bewirken, so bleibt er bestehen und kann auch auf Tochterzellen übertragen werden. Das ist vor allem dann von Bedeutung, wenn die geschädigte Zelle eine Keimzelle ist und der Strahleneinfluß den Träger der Erbinformation, die Desoxyribonukleinsäure (DNS) betrifft. Dann kann es zu Veränderungen im Erbgut, zu sogenannten Mutationen kommen, die nicht wieder rückgängig zu machen sind.
Im einzelnen sind diese Prozesse sehr kompliziert. Die durch kleine Strahlendosen bewirkten Schäden sind dabei nicht spezifisch, das heißt, es gibt keinen später auftretenden Schaden, der eindeutig auf eine Strahlenwirkung zurückführbar wäre. Seine Erscheinungsbilder können genauso das Ergebnis anderer Prozesse sein, wie sie etwa durch chemische Schadstoffe bewirkt werden. So ist es durchaus möglich, daß radioaktive Strahlung Jahre oder Jahrzehnte später zu Krebs führt. Unmöglich ist es aber, im Einzelfall zweifelsfrei festzustellen, daß eine Krebserkrankung durch einen um Jahre zurückliegenden Strahlenschaden ausgelöst wurde. Registrieren lassen sich derartige Zusammenhänge allenfalls durch die Analyse von Statistiken.
Damit ist bereits klar geworden, daß bei der Beurteilung der Einflüsse radioaktiver Strahlung zahlreiche Annahmen und Unsicherheitsfaktoren eine Rolle spielen und daß es in hohem Maße auch auf die jeweiligen Umstände, etwa die Art und Menge der strahlenden Nuklide, ankommt. Deshalb ist es auch nicht möglich, Empfehlungen zum Schutz vor radioaktiver Verstrahlung pauschal abzugeben.

Auf die Dosis kommt es an

Kehren wir aber nochmals zu den physikalischen Aspekten der Radioaktivität zurück. Ähnlich wie das Risiko, an den Auswirkungen eines Giftes oder den Nebenwirkungen eines Medikamentes Schaden zu nehmen, von der aufgenommenen Menge (Dosis) bestimmt wird, hängt auch das »Strahlenrisiko« von der aufgenommenen Strahlungsmenge (Strahlendosis) ab. Zweifellos müssen steigenden Strahlendosen zunehmende biologische Wirkungen zugeordnet werden. Bei der Einwirkung von Strahlen auf den Organismus wird, wie wir bereits erwähnt haben, Energie auf chemische Moleküle in Körperzellen übertragen. Deshalb ist die Maßeinheit »Energiedosis« von Bedeutung; sie bezeichnet die

pro Maßeinheit aufgenommene Strahlenmenge. Als Einheit für die Energiedosis hat man das »rad« (radiation absorbed dose) gewählt. Die Energiedosis von 1 rad entspricht zum Beispiel einer Temperaturerhöhung von weniger als einem hunderttausendstel Grad Celsius in einem Liter Wasser. Ein anderes Maß ist die sogenannte »Ionendosis«. Sie gibt Auskunft, in welchem Ausmaß durch radioaktive Strahlung Ionen, also geladene Atome oder Moleküle gebildet werden. Die Maßeinheit dafür ist das »Röntgen«. Damit ist diejenige Menge an Strahlung gemeint, die in einem Kubikzentimeter Luft rund zwei Milliarden Ionenpaare erzeugt.
Die biologische Wirkung ionisierender Strahlung ist nicht nur von der Energie abhängig, die pro Masseneinheit eines Gewebes aufgenommen wird, sondern auch von einer Reihe anderer Faktoren. So gibt es »lokker ionisierende« Strahlen; sie benötigen eine relativ lange Wegstrecke, um ihre Energie auf andere Moleküle zu übertragen. Zu ihnen gehören die Beta- und Gammastrahlen. Die Alphastrahlen dagegen sind »dicht ionisierend«, sie verlieren ihre gesamte Energie schon nach einem sehr kurzen Weg innerhalb des Gewebes. Eine Energiedosis aus Alphastrahlen kann deshalb unter Umständen zwanzigmal so wirksam sein wie dieselbe Energiedosis aus Betastrahlen. Die unterschiedliche biologische Wirksamkeit einer bestimmten Energiedosis wird durch einen sogenannten Qualitätsfaktor berücksichtigt. Multipliziert man die Energiedosis mit dem Qualitätsfaktor, so erhält man schließlich die »Äquivalentdosis«. ihre Einheit ist das »rem« (roentgen equivalent man), beziehungsweise nach dem neuen Internationalen System der Einheiten, das »Sievert« (1 Sievert = 100 rem). Die Äquivalentdosisleistung wird meist in millirem pro Jahr angegeben.

Zur Bewertung der Strahleneinflüsse

Schon bisher ist alles reichlich kompliziert. Dennoch wird zumindest ansatzweise verständlich, warum die Strahlenmediziner nach der Katastrophe von Tschernobyl nicht sofort sagen konnten, wie gefährlich die über Österreich niedergegangene Strahlenwolke sei. Die Strahlenmeßstellen des Gesundheitsministeriums registrierten in der Luft und am Boden die Ionendosis in Röntgen und stellten dabei beispielsweise fest, daß im Bereich Salzburg am 30. April die physikalisch meßbare Strahlenbelastung rund 15 Mal höher als normal war. Damit war jedoch keineswegs gesagt, daß auch ihre biologische Wirksamkeit 15 Mal höher sein würde. Erst wenn man nach und nach analysiert hat, welche Nuklide in

welchen Konzentrationen vorkommen, kann die gesundheitliche Bedeutung der Meßwerte für die menschliche Gesundheit ermittelt werden. Diese Rechnung muß für jedes einzelne Nuklid eigens ausgeführt werden. Eine gesamthafte Bewertung aller möglichen Strahleneinflüsse wird deshalb erst Monate nach Tschernobyl vorliegen. Immerhin hat die radioaktive Wolke Dutzende Nuklide über Österreich vergestreut; manche von ihnen, etwa das Strontium, können nicht direkt gemessen werden, sondern müssen erst durch komplizierte chemische Aufschlußverfahren abgetrennt werden. Diese Analysen sind teilweise enorm zeitaufwendig.
Dennoch ist es verständlich, daß die zum Teil stark erhöhten Meßwerte in der Luft vorbeugende Maßnahmen auslösten. Von besonderer Bedeutung sind aber heute nicht so sehr die in der Luft gemessenen Werte, sondern die Radioaktivität des Bodens, des Trinkwassers und der Nahrungsmittel. Auf die dabei bedeutsamen Zusammenhänge kommen wir noch näher zurück.

Natürliche Radioaktivität

Nun können wir daran gehen, die natürliche und die künstliche Radioaktivität etwas näher unter die Lupe zu nehmen. Seit jeher ist der Mensch ionisierender Strahlung ausgesetzt. Bis zum zwanzigsten Jahrhundert war diese Strahlung natürlichen Ursprungs. Auch heute stammt – zumindest unter normalen Umständen – der größte Teil der Strahlendosis aus natürlichen Quellen. In den Wochen nach Tschernobyl wurde er allerdings durch die im sowjetischen Reaktor freigesetzten Nuklide um ein Vielfaches übertroffen.
Die natürliche Strahlenbelastung hat verschiedene Ursprünge. Zunächst ist die kosmische Strahlung von Bedeutung. Dabei handelt es sich um aus dem Weltall auf die Erdatmosphäre wirkende Einflüsse (»Primärstrahlung«); durch Reaktionen mit dem Stickstoff und Sauerstoff der Luft wird die sogenannte »Sekundärstrahlung« erzeugt – es entstehen neue Teilchen, die weiterfliegen und zum Teil andere Kerne zertrümmern, bis die ursprüngliche Energie aufgebraucht ist. Ein Teil der kosmischen Strahlen gelangt bis an der Erdoberfläche, ein anderer dringt sogar kilometertief in die Erdkruste ein. Ein einzelnes kosmisches »Primärteilchen« kann dabei bis zu 100 Milliarden Sekundärteilchen erzeugen. Bei diesen Wechselwirkungen entstehen unter anderem auch radioaktive Stoffe, zum Beispiel Stickstoff-15 und Kohlenstoff-14. Die Intensität der kosmischen Strahlung hängt im wesentlichen von der Höhe über dem Meer ab. Bis zu einigen Kilometern Höhe verdoppelt sich die

dadurch bedingte Dosis rund alle 1.500 Meter. Auf Meeresniveau leistet die kosmische Strahlung einen Beitrag zur Gesamtstrahlenbelastung von rund 30 millirem pro Jahr.
Als Untergrundstrahlung bezeichnet man jenen Teil der natürlichen Radioaktivität, der von der Erde stammt und deshalb auch als terrestrische Strahlung bezeichnet wird. Dabei sind vor allem Nuklide mit extrem großen Halbwertszeiten von Bedeutung, vor allem Kalium-40 und Abkömmlinge des Edelgases Radon. Dieses Edelgas gelangt aus dem Boden in den Luftraum und zerfällt dort weiter. In bodennahen Luftschichten ist der Radongehalt niedrig, in Gebäuden dagegen hoch. Dabei spielen die verwendeten Baumaterialien und die Lüftung eine große Rolle. Der Beitrag der terrestrischen Strahlenbelastung beträgt im Mittel etwa 43 millirem pro Jahr. Er ist allerdings regional stark unterschiedlich, und zwar in Abhängigkeit von geologischen Bedingungen: so strahlt beispielsweise Granit wesentlich stärker radioaktiv als Lehm, Kalksand oder Basalt. Deshalb ist beispielsweise im Waldviertel die terrestrische Strahlenbelastung höher als in Wien. In manchen Gegenden Brasiliens und Indiens sind viele tausend Menschen jährlichen Strahlenbelastungen von über 4.000 millirem ausgesetzt. Auch die vom Menschen eingesetzten Baumaterialen enthalten, wie bereits erwähnt, natürliche radioaktive Stoffe. Naturgips beispielsweise ist wenig radioaktiv, Kalk und Sandstein etwas mehr, Ziegel, Beton und vor allem Schlackenstein zeigen wesentlich höhere Werte. Die damit verbundene jährliche Strahlenbelastung liegt zwischen 10 und 200 millirem.
Dazu kommt noch eine ständige Strahlenbelastung von innen. Natürliche wie künstliche radioaktive Substanzen gelangen mit der Atemluft und der Nahrung in den menschlichen Körper. Die innere Bestrahlung wird hauptsächlich durch Kalium-40, Kohlenstoff-14, Radium-226 und Radon-222 verursacht. Der Beitrag von Kalium-40 und Kohlenstoff-14 beträgt rund 22 millirem pro Jahr.
Das Radium-226 ist im menschlichen Körper nicht gleichmäßig verteilt. Es wird bevorzugt in der Knochensubstanz und im Knochenmark abgelagert und führt dort zu einer örtlichen Belastung von rund 40 millirem pro Jahr. Das Radon-222 wiederum kann bei höheren Dosen zu erheblichen Strahlenbelastungen in der Lunge führen. Der Radongehalt ist beispielsweise im Gasteinertal wesentlich höher als anderswo. Die natürliche Radioaktivität wird, wie dieses Beispiel zeigt, sogar für Heilzwecke eingesetzt (der Mechanismus dieser Einflüsse ist allerdings umstritten).

Künstliche Radioaktivität

Ionisierende Strahlen und radioaktive Stoffe werden auch in der Technik, insbesondere in der Medizin, seit einigen Jahrzehnten eingesetzt. Sogenannte offene radioaktive Quellen werden in der Technik beispielsweise bei der Markierung von Ölsorten verwendet: Unterschiedlichste Arten von Ölen werden häufig unmittelbar nacheinander in dasselbe Rohrsystem geleitet. Durch Beigabe eines radioaktiven Stoffes zu einer bestimmten Sorte kann man deren Ankunft am Zielort erkennen und eine Aussortierung vornehmen. Auch in der Landwirtschaft werden radioaktive Stoffe eingesetzt. So versieht man beispielsweise Düngemittel mit radioaktivem Phosphor, um messen zu können, wieviel die Pflanzen von diesem Nährstoff aufnehmen und wieviel ungenutzt verloren geht. Auch Schadinsekten werden mit radioaktiver Strahlung bekämpft, indem man die Männchen mit Gammastrahlen unfruchtbar macht. In vielen Ländern der Dritten Welt werden Nahrungsmittel bereits im hohen Ausmaß durch Bestrahlung haltbar gemacht.
In der Medizin ist in erster Linie die Röntgendiagnostik zu erwähnen. Eine einzige Lungenaufnahme beispielsweise bewirkt eine Dosis von rund 50 millirem, eine Zahnaufnahme etwa das Zehnfache. Mit Gammastrahlen werden auch bösartige Tumore bekämpft. Die Nebenwirkungen einer solchen Behandlung sind allerdings beträchtlich.
Zu diesen Quellen künstlicher Radioaktivität ist noch der Beitrag jener Nuklide zu rechnen, die im Zuge der atmosphärischen Atombombentests Anfang der sechziger Jahre über die ganze Erde verbreitet wurden; ferner jene, die beim Betrieb von Kernkraftwerken und atomaren Wiederaufbereitungsanlagen freigesetzt werden. Im Normalfall ist die dadurch bedingte Strahlenbelastung vergleichsweise gering und gegenüber der natürlichen Strahlenbelastung zu vernachlässigen.

3. Strahlengefahren

Ionisierende Strahlen lösen eine Reihe von Reaktionen im Organismus aus. Ob diese Strahlung aus natürlichen oder künstlichen Quellen stammt, ist zunächst nicht entscheidend. Es kommt vielmehr auf die jeweiligen Randbedingungen an: um welches Nuklid es sich handelt, welche Art von Strahlen es aussendet, wie hoch die Äquivalentdosis ist und so weiter. Diese Zusammenhänge haben wir im letzten Kapitel näher beschrieben. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen akuten Schäden radioaktiver Bestrahlung und langfristigen, also solchen, die erst nach einer entsprechenden Ruhepause (Latenzzeit) auftreten. Ziemlich eindeutig feststellbar ist der Zusammenhang zwischen hohen Dosen von Ganzkörperbestrahlung und akuten, bereits Stunden, Tage oder maximal Wochen nach der Bestrahlung einsetzenden Schäden. Genau um diese geht es bei jenen Personen, die sich zum Zeitpunkt der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl oder kurz danach im Kernkraftwerk oder in seiner Nähe aufgehalten haben. Die radioaktiven Teilchen, die aus Tschernobyl bis nach Österreich gelangt sind, lösten und lösen sicher keine akuten Gesundheitsschäden aus. Das war auch nicht zu erwarten. Wenn in den ersten Tagen nach dem Reaktorunglück Strahlenexperten behaupteten, in Österreich sei »keine akute Gefahr gegeben«, so trifft dies zwar zu, erweckt aber bei oberflächlicher Betrachtung den Eindruck, es sei gar keine Gefahr gegeben. Das ist aber wiederum unrichtig – bei der in Österreich feststellbaren Strahlenbelastung geht es einzig und allein um mögliche Schäden niedriger Strahlendosen, die erst in einigen Jahren oder Jahrzehnten, dann aber sehr wohl auftreten können. Akute Strahlenschäden wären lediglich dann möglich, wenn ein Unfall in der Größenordnung des Unglücks von Tschernobyl in einem grenznahen Kraftwerk passiert.

Akute Schäden

Wenn ein Mensch von außen mit Gammastrahlen von mehr als 100 rad beziehungsweise einer Dosisleistung von mindestens einigen rad pro Stunde bestrahlt wird, so kommt es zur akuten Strahlenkrankheit, deren Symptome sich innerhalb von Minuten zeigen, die aber auch erst nach Wochen manifest werden können. »Nach Dosen in einer Höhe zwischen etwa 30 und 150 rad kann Schwindelgefühl, eine gewisse Müdigkeit und eventuell Erbrechen auftreten; die Arbeitsfähigkeit bleibt erhalten und eine ärztliche Behandlung wird nicht notwendig sein. Nach Dosen zwischen 150 und 300 rad wird die Mehrzahl der betroffenen

Personen erbrechen und einige Tage arbeitsunfähig sein. Anschließend erfolgt eine Periode relativen Wohlbefindens, die ein bis drei Wochen dauern kann; dann kommt es zu Haarausfall und oft zu Infektionen, besonders der Atemwege, da inzwischen die Zahl der weißen Blutkörperchen durch die Knochenmarksschädigung absank und die Funktion der Abwehrmechanismen des Körpers eingeschränkt ist. Mehr als die Hälfte der Betroffenen Personen erholt sich auch ohne ärztliche Behandlung« (Beschreibung des österreichischen Strahlenmediziners Professor Dr. Hermann Vetter). Dosen zwischen 300 und 600 rad führen zu schweren Symptomen im Verdauungstrakt, bald kommt es zu starken Blutungen der Schleimhäute und der Haut. Häufig sind schwere Infektionen. Weniger als die Hälfte der betroffenen Personen überleben. Dosen über 600 rad haben dramatische Konsequenzen. Die solcherart verstrahlten Menschen erbrechen, haben blutige Durchfälle, Krämpfe; wesentlich ist, daß weiße Blutkörperchen nicht mehr produziert werden. Ein Überleben ist praktisch unmöglich.
Die erwähnten Abstufungen der Krankheitssymtome gelten nur für Erwachsene. Kinder sind desto strahlenempfindlicher, je jünger sie sind. Besonders gefährdet ist das Kind im Mutterleib, während der Frühphase seiner Entwicklung – dort können bereits Dosen zwischen 5 und 15 rad zu Fehlgeburten oder Mißbildungen führen.

Langfristige Strahlenfolgen

Unterhalb jener Schwelle, bei der relativ kurzfristig körperliche Schäden auftreten, wird der Zusammenhang zwischen radioaktiver Bestrahlung und einer Schädigung des Organismus zunehmend schwieriger feststellbar. Die Wissenschafter liefern in diesem Bereich widersprüchliche Aussagen; Zusammenhänge zwischen einer niedrigen Strahlendosis und einer viel später auftretenden Erkrankung (Krebs, Leukämie) sind im Einzelfall nicht beweisbar.
In einem sind sich aber die meisten Wissenschafter einig: es gibt keinen Schwellenwert für die Strahlenbelastung, unterhalb dessen mit Sicherheit keine gesundheitlichen Folgen möglich sind. Schon sehr kleine Strahlendosen können demnach Krebs, Leukämie und genetische Defekte hervorrufen. Die radioaktiven Nuklide aus Tschernobyl, die auch in Österreich zu einer signifikanten Erhöhung der Strahlenbelastung geführt haben, werden in den nächsten Jahren und Jahrzehnten demnach zusätzliche Krankheits- und Todesfälle zur Folge haben. Das Ausmaß dieser Spätschäden wird sich allerdings nie exakt ermitteln lassen: in Österreich sterben pro Jahr rund 17.000 Menschen an Krebs; diese Zahl

ist jedes Jahr gewissen Schwankungen unterworfen, deren Ursachen nicht zweifelsfrei feststellbar sind (auch die Zahl der Tage im Jahr, an denen die Sonne scheint, ist statistischen Schwankungen ausgesetzt). Wenn nun in Folge der Strahlenbelastung aus Tschernobyl jedes Jahr, sagen wir 5, 20 oder 70 Menschen an Krebs stürben, dann wäre diese Zunahme so klein gegenüber den erwähnten statistischen Schwankungen, daß man sie nicht herausfiltern könnte.
Wenn die Folgen niedriger Strahlenbelastung nicht zu eruieren sind, so könnte man andererseits argumentieren, dann dürfe man nicht die Behauptung aufstellen, es gebe für die Schädigung durch Radioaktivität keine untere Dosisgrenze. Das Argument ist einleuchtend, aber nur auf den ersten Blick. Krebs ist eine Krankheit, die zahlreiche Ursachen haben kann. Weit über tausend Karzinogene sind in unserer Umwelt zu finden – vom Benzpyren, das bei Schwarzgeselchtem in vergleichsweise hoher Menge zu finden ist, über Asbest, der vor allem jene Personen schädigt, die beruflich damit zu tun haben, bis zur ultravioletten Strahlung, deretwegen Sonnenhungrige eine erhöhte Wahrscheinlichkeit haben, an Hautkrebs zu erkranken. Jeder dieser Einflüsse trägt ein Scherflein dazu bei, daß in Österreich jährlich Tausende an Krebs sterben. Würde man jede dieser Substanzen nur dann als krebserregend einstufen, wenn durch ihren Einfluß eine statistisch meßbare Erhöhung der Krebshäufigkeit einträte, dann würde kaum eine Substanz mehr als krebserregend eingestuft werden können. Bevor beispielsweise ein neuer Zusatzstoff für Lebensmittel oder Arzneimittel behördlich zugelassen wird, sind zahlreiche Tierversuche vorgeschrieben; dabei wird die zu untersuchende Substanz in hundertfacher Überdosis und mehr verabreicht. Resultiert eine solche Extremdiät in einer statistisch meßbaren Erhöhung der Krebsrate, dann hat die betreffende Substanz kaum mehr Chancen auf Zulassung. Bei jener Dosis, die für bestimmungsgemäßen Gebrauch vorgesehen ist, würde sich ein derartiger Einfluß dagegen nicht messen lassen.
Hinter diesen Überlegungen steckt nicht ein übertriebener Gesundheitsfimmel von Bürokraten, sondern einfach die Tatsache, daß bei vielen Krankheiten – vor allem bei Krebs – Ursache und Wirkung im Einzelfall nicht zweifelsfrei einander zugeordnet werden können. Niemand ist in der Lage zu beweisen, daß beispielsweise Herr Müller deshalb Lungenkrebs bekommen hat, weil er ein starker Raucher ist. Es läßt sich lediglich feststellen, daß Müller deshalb, weil er ein starker Raucher ist, statistisch gesehen eher an Lungenkrebs erkranken wird, als wenn er nicht rauchte.
Diese Zusammenhänge ergeben sich klar aus den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Auch beim Roulettespielen läßt sich im Einzel-

fall nicht mit Sicherheit vorhersagen, ob die nächste Kugel auf Schwarz oder Rot, Gerade oder Ungerade fällt. Erst bei einer unendlich großen Zahl von Würfen hat jedes Loch die gleichen Chancen, getroffen zu werden.

Gibt es eine untere Dosisgrenze für die Strahlenwirkung?

Hinter all diesen Überlegungen steht aber nicht nur das Prinzip der Statistik, sondern auch das heute verbreitete medizinische Konzept der Krebsentstehung. Dieses besagt, daß es im Extremfall ausreicht, daß ein einziges energiereiches Molekül eine Zelle zur Krebszelle macht und daß eine einzige Krebszelle zur manifesten Erkrankung führen kann.
Das gilt auch für den Einfluß radioaktiver Strahlen. Ihre Wirkung ist nicht auf jene Nuklide beschränkt, die aus Kernkraftwerken stammen; auch die natürliche Radioaktivität fordert ihren Tribut. Es wird geschätzt, daß etwa 1 Prozent der Krebsfälle auf das Konto der naturgegebenen Strahlenbelastung gehen. Diese Schätzung stammt vom »Comittee on the Biological Effects of Ionising Radiation« (BEIR) des US-National Research Council. Die Schätzung ist in der Fachwelt allerdings nicht unwidersprochen. So gibt es Strahlenmediziner, die der Auffassung sind, der Mensch habe sich im Laufe der Evolution an die natürliche Strahlenbelastung gewöhnt; schließlich habe der Stoffwechsel Mechanismen zur Reparatur von Strahlenschäden entwickelt. Strahlendosen in der Höhe der natürlichen Belastung könnten deshalb als unbedenklich angesehen werden.
Aus dem Widerspruch zwischen diesen beiden Thesen resultieren letztlich die unterschiedlichen Einschätzungen der Spätfolgen der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl für Österreich. Jene, die der Auffassung sind, Strahlenmengen in der Größenordnung der natürlichen Radioaktivität seien unbedenklich, kommen zu dem Schluß, Tschernobyl werde in Österreich keine gesundheitlichen Konsequenzen haben. Jene dagegen, die der Auffassung sind, für eine Strahlenschädigung gebe es keinen unteren Schwellenwert für die Dosis (die Vertreter dieser These sind in der Wissenschaft eindeutig in der Mehrheit) müssen folgern, es werde sehr wohl eine, wenn auch geringe, Erhöhung von Krebs, Leukämie, Mißbildungen und genetischen Schäden auftreten.
Fragt sich nur noch, wie groß der Schaden ist. Die Strahlenmediziner haben die Krankheitshäufigkeit bei den Überlebenden von Hiroshima und Nagasaki analysiert, sie haben die Krebs- und Leukämieraten von Menschen statistisch erfaßt, die nahe von Kernkraftwerken leben und sie haben sich für jene Krebskranken interessiert, die zum Zwecke der

Zerstörung wuchernden Gewebes radioaktiv bestrahlt wurden (die Bestrahlung von Krebsgewebe basiert auf der Annahme, daß der dabei erzielte Nutzen wesentlich höher ist als der Schaden durch die gleichzeitige Beeinträchtigung gesunden Gewebes). Bei relativ hoher Strahlenbelastung (bei einer Dosis von 1 Sievert, das sind 100 rem, und mehr) sind die Folgen statistisch meßbar. Die so gewonnenen Daten extrapolierten die Wissenschafter in den Bereich niedrigerer Strahlendosen.

Abschätzung der biologischen Folgen kleiner Strahlenmengen

Das Ergebnis ist eine einfache Faustregel: Für jede 100 Mann-Sievert Strahlungsdosis, der eine Bevölkerung ausgesetzt ist, muß statistisch gesehen ein Todesfall durch Krebs erwartet werden. Wenn also eine Million Menschen mit 1 Sievert bestrahlt werden, dann sind demnach 10.000 Krebstote zu befürchten. Wäre die selbe Anzahl von Menschen einer Dosis von 0,1 Sievert ausgesetzt, käme es vermutlich zu tausend Sterbefällen durch Krebs. Versuchen wir diese Faustregel auf die natürliche Strahlenbelastung anzuwenden und nehmen wir an, diese betrage in Österreich im Durchschnitt 1,5 Millisievert (das sind 150 millirem). Bei einer Bevölkerung von sieben Millionen ergäbe die Rechnung 105 Krebstodesfälle. Unter der Annahme, daß die durch die Reaktorkatastrophe in Tschernobyl bedingte zusätzliche Strahlenbelastung zwei Millisievert beträgt, resultierte ein Schaden von 140 Krebstodesfällen allein in Österreich.
Die erwähnte Faustregel wurde mit relativ pessimistischen Annahmen erstellt; das heißt, es darf angenommen werden, daß die auf diese Weise errechneten Strahlenschäden eher über- als unterschätzt werden. Immerhin können sie als grober Richtwert dienen.
Eine ähnliche Abschätzung läßt sich für das strahlengenetische Risiko vornehmen; sie ist mit zahlreichen Unsicherheitsfaktoren behaftet. Demnach ergibt sich bei einer Exposition der Bevölkerung mit 1 rad ein Anstieg der spontanen Mutationsrate in einer Generation von etwa 3,5 Prozent. Da diese Belastung von 1 rad annähernd einem Drittel der natürlichen Strahlenexposition der Keimdrüsen entspricht, kann gefolgert werden, daß rund 10 Prozent der spontanen Mutationen durch die natürliche Strahlenbelastung bedingt sind. Absolut gesehen, ist nach einer genetisch signifikanten Exposition der Bevölkerung mit 1 rad Beta- oder Gammastrahlung in der ersten Generation bei einer Million Geburten mit 15 bis 40 Erbkrankheiten zu rechnen. Analoge Rechnungen wurden auch für Mißbildungen im Mutterleib erstellt.

4. Die Meßwerte in Luft, Boden und Nahrungsmitteln

Die radioaktiven Nuklide, die nach dem Reaktorunglück in Tschernobyl in über 1.000 Meter Höhe geschleudert und in der Folge über weite Teile Westeuropas verweht wurden, bestehen im wesentlichen aus einer Mischung von Jod, Cäsium und Strontium. In den ersten zwei Wochen nach der Reaktorkatastrophe bildete Jod die Hauptquelle der Strahlenbelastung. In der Folge sank die Jodaktivität aufgrund der geringen Halbwertszeit dieses Nuklids rasch ab und die langlebigen Nuklide, vor allem Cäsium-137, erlangten größere Bedeutung.
Die Beurteilung der Strahlendaten kann in vier Etappen erfolgen: In der ersten Woche nach Tschernobyl dominierten die Meßwerte der radioaktiven Strahlung in der Luft; sie wurden durch das österreichische Strahlenfrühwarnsystem rechtzeitig und bundesweit in vollem Umfang erfaßt. Infolge von regional bedingten Niederschlägen wurden in der zweiten Phase in manchen Teilen Österreichs höhere Mengen an Radioaktivität zu Boden gespült als in anderen; vor allem die zentralen Regionen des Landes, Salzburg, Kärnten und Teile Oberösterreichs wurden davon betroffen. Die aus der Luft ausgewaschenen Partikel lagerten sich an der Oberfläche von Pflanzen ab und gelangten auch zu erheblichen Teilen in die Gewässer. Zu Beginn dieser Phase war es noch möglich, kontaminiertes Gemüse durch Abwaschen von großen Anteilen der radioaktiven Strahlung zu befreien. Wenig später jedoch waren die Nuklide bereits in die Pflanzen selbst eingedrungen und gelangten auf diesem Wege in die Nahrungskette. In der dritten Phase konzentrierte sich das Augenmerk der Gesundheitsbehörden deshalb auf jene Nahrungsmittel, in denen das immer noch dominierende Jod-131 in angereicherter Form vorlag – vor allem auf Milch und kurz nach dem Reaktorunfall gereiftes Freilandgemüse. Ab etwa der dritten Woche nach Tschernobyl entspannte sich die Situation mit Hinblick auf Jod-131. In der vierten Phase der Entwicklung – sie begann etwa in der letzten Maiwoche – rückte das langlebige Isotop Cäsium-137 in den Blickpunkt. Seine Konzentration ist im allgemeinen wesentlich geringer als die des Jod-131; durch seine relative Langlebigkeit dürfte es aber noch auf Monate und Jahre hinaus die vergleichsweise größten Probleme bereiten.
Wie hoch die gesamte Strahlenbelastung ist, die durch die radioaktive Wolke auf jeden Österreicher einwirkte, läßt sich nur aus der Summation der Einflüsse aller vier Phasen ermitteln. Gegenwärtig gibt es dazu lediglich Schätzwerte. Ein besserer Überblick wird frühestens in einigen Monaten vorliegen.

Direkte Strahlenwirkung

Zur Strahlenbelastung durch direkte Einwirkung der Nuklide aus der Luft sowie durch die Einatmung legte Dr. Konrad Mück vom Österreichischen Forschungszentrum Seibersdorf am 22. Mai folgende Schätzung vor: Die Erhöhung der Luftaktivität habe insgesamt zehn Tage gedauert; für eine Person, die sich über den gesamten Zeitraum im Freien aufgehalten hätte, wäre die Dosis durch Einatmen etwa 15 millirem (Ganzkörperäquivalentdosis). Dies entspreche etwa 15 Prozent der Jahresdosis durch Einatmen natürlicher, in der Atemluft enthaltener radioaktiver Substanzen. Diese Belastung durch externe Strahlung werde in einer späteren Bilanz vermutlich auf 30 millirem ansteigen. Die Schätzung bezog sich auf die in der Nähe von Seibersdorf gegebene Situation. In anderen Gegenden müsse unter Umständen mit einer vier- bis fünfmal höheren Belastung gerechnet werden.
Zur Direktstrahlung ist noch die sogenannte Inhalationsdosis zu rechnen, das heißt, die Strahlung durch Nuklide, die aus der Luft in die Atemwege gelangten. Auch hier gilt für jemanden, der sich während der kritischen Phase zehn Tage lang im Freien aufgehalten hat, eine zusätzliche Belastung von etwa 15 millirem. Auch dieser Wert muß natürlich, je nach den regionalen Gegebenheiten, höher oder niedriger angesetzt werden.

Der Weg durch die Nahrungskette

Durch Regen und »Ausrieseln« der Radioaktivität der Luft (»Fallout«) kommt es, wie gesagt, zu einer Belastung des Bodens. Deshalb konzentrierten sich viele vorbeugende Maßnahmen darauf, die Aufnahme von Staub in den Körper möglichst gering zu halten. Durch spätere Regenfälle werden die Nuklide tiefer in das Erdreich geschwämmt und damit großräumig verteilt. Ihr weiterer Weg durch die Nahrungskette wird im wesentlichen durch sogenannte Transferfaktoren bestimmt, das heißt, durch das Ausmaß, in welchem die radioaktiven Nuklide zuerst in Pflanzen, dann in Tieren und schließlich in Menschen aufgenommen werden. Zu diesen Transferfaktoren gibt es in der wissenschaftlichen Literatur eine Fülle von Einzeldaten, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Auch die biologische Halbwertszeit, das heißt, jene Zeitspanne, in der durchschnittlich die Hälfte der radioaktiven Nuklide eines bestimmten Typs aus einem Organismus wieder ausgeschieden werden, spielt dabei eine Rolle. Die derzeit bekannten Transferfaktoren besagen im wesentlichen, daß nur ein Teil der radioaktiven Nuklide aus

dem Boden in die Pflanzen gelangt. So beträgt beispielsweise der Transferfaktor für Cäsium-137 in Getreidekörnern 0,005 und in Futterpflanzen 0,02. Andererseits können Nuklide – je nach ihrer chemischen Natur – auch in hohem Maße angereichert werden: So beträgt beispielsweise der Anreicherungsfaktor von radioaktivem Strontium in Süßwasser bei Fischen 25.000, bei Phytoplankton 75.000 und bei Fadenalgen 500.000.

Wie man zu den Grenzwerten kam

Um zu verdeutlichen, welche Annahmen bei der Erstellung von Grenzwerten für strahlende Teilchen in Lebensmitteln getroffen werden, sei im folgenden die »Begründung der Richtwerte von Jod-131 für Milch und frisches Blattgemüse sowie von Cäsium-137 für lagerfähige Produkte aus diesen Nahrungsmitteln« des deutschen Innenministeriums angeführt. (Die Berechnung stammt vom 4. Mai, der Richtwert für Cäsium wurde inzwischen für nicht notwendig erachtet. In Österreich gehen ähnliche Berechnungen von der hierzulande gültigen Strahlenschutzverordnung aus; detaillierte Begründungen, wie man bei uns zu den Grenz- und Richtwerten kommt, sind gegenwärtig nicht erhältlich.)
«Die Strahlenschutzverordnung sieht für die Bevölkerung in der Umgebung kerntechnischer Anlagen vor, daß eine Schilddrüsendosis von 0,9 Millisievert pro Jahr nicht überschritten wird. Für Störfälle liegt der entsprechende Planungsrichtwert bei 150 Millisievert pro Jahr.
Die Strahlenschutzkommission entschied bei ihren Erörterungen über die Festsetzung von Richtwerten im Zusammenhang mit dem Reaktorunfall in Tschernobyl, daß keiner der beiden Planungswerte hierfür angewendet werden soll. Sie hielt den Wert von 30 Millisievert Schilddrüsendosis für das Kleinkind in der gegebenen Situation für angemessen.
Dieser Wert ist insbesondere gestützt auf die Ergebnisse der Untersuchungen über die Spätwirkungen der langjährigen Anwendung von Jod-131 in der nuklearmedizinischen Diagnostik. Die hierüber bisher durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, daß bei Schilddrüsendosen von mindestens 500 Millisievert und Beobachungszeiten von mehr als 17 Jahren statistisch gesichert keine Erhöhung der Inzidenz von Schilddrüsenkarzinomen feststellbar war. Damit kann selbst unter der Annahme einer erhöhten Strahlenempfindlichkeit des Kleinkindes der Wert von 30 Millisievert als annehmbar angesehen werden.
Der für Milch von der Strahlenschutzkommission empfohlene Richtwert von 500 Becquerel Jod-131 pro Liter basiert auf folgenden Annahmen:

1. Der Milchkonsum betrage beim Kleinkind 1 Liter pro Tag.
2. Während einer Woche habe die Milch eine konstante Aktivitätskonzentration von 500 Becquerel pro Liter.
3. Nach einer Woche wird keine wesentliche Zufuhr von Spaltprodukten mehr aus der Atmosphäre erfolgen und die Aktivitätskonzentration dem physikalischen Zerfall entsprechend abnehmen.

Unter diesen Annahmen beträgt die Schilddrüsendosis des Kleinkindes etwa 30 Millisievert.

Da auch andere Nahrungsmittel, wie z.B. frisches Blattgemüse, Trinkwasser mit Jod-131 kontaminiert sind, ist insbesondere auch für das Blattgemüse als dem neben der Milch wichtigsten Nahrungsmittel des Kleinkindes ein Aktivitätsrichtwert notwendig.

Dieser wurde unter Berücksichtigung eines mittleren Reinigungsfaktors von 5 beim Waschen, wie es bei der Zubereitung üblich ist, auf 250 Becquerel pro Kilogramm festgesetzt. Dadurch tritt keine wesentliche Erhöhung der Strahlenexposition gegenüber der durch Jod-131 in der Milch bedingten Exposition ein.

Die Verarbeitung von Milch und Frischgemüse zu lagerfähigen Produkten ermöglicht die Einschaltung eines Lagerungszeitraumes, während dessen die relativ kurzlebigen Radionuklide abklingen. Zum Zeitpunkt des Verzehrs sind dann nur noch die relativ langlebigen Radionuklide für die Strahlenexposition des Menschen maßgebend. Da die abgelagerten Mengen der langlebigen Radionuklide in einem näherungsweise konstanten Verhältnis zueinander stehen, wurde die Konzentration an Cäsium-137 als wichtigste Kenngröße ausgewählt. Der empfohlene Richtwert für Cäsium-137 von 100 Becquerel pro Kilogramm ergibt bei einem Schätzwert des langfristigen Verzehrs von 100 Kilogramm sowohl beim Kleinkind als auch beim Erwachsenen eine durchschnittliche Körperdosis von etwa 0,1 Millisievert. Die aus der langfristigen Zufuhr resultierende Dosis ist im Vergleich zur natürlichen Strahlenexposition (etwa 1 bis 2 Millisievert entsprechend 100 bis 200 Millirem) akzeptabel. Für die anderen relativ langlebigen Nuklide wie z.B. Strontium-90 sind bei dieser Festlegung aufgrund des vorliegenden Nuklidgemisches keine diesen Bereich überschreitenden Körperdosen zu erwarten.«

Eine sachgemäße Beurteilung der Strahlenbelastung erfordert daher, eine Fülle verschiedener Faktoren zu berücksichtigen. Einzelne, herausgegriffene Meßwerte sagen wenig bis gar nichts aus. Dazu kommt, daß sich die Situation der Radioaktivität in den vergangenen Wochen von Tag zu Tag änderte. Die einzelnen Meßdaten sind daher nur mit Bezug auf den jeweiligen Erfassungszeitraum aussagekräftig.
Die folgenden Angaben können deshalb nicht annähernd einen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Sie sollen im wesentlichen aufzeigen, wie differenziert die Situation in Wahrheit zu betrachten ist.
So wurden beispielsweise in Kärnten am 10. Mai in Forellen, die in Fließgewässern gefangen wurden, Gehalte von Jod-131 von 0,9 bis 1,1 Nanocurie pro Kilogramm gemessen. Drei Tage später liegt ein Meßwert aus Zisternenwasser vor. Er beträgt 12,5 Nanocurie Jod-131 pro Liter; hätten Forellen in diesem Wasser gelebt, so würden sie vermutlich in wesentlich höherem Ausmaß Jod enthalten. Am 13. Mai wurden im Bereich von Wien Werte von 40 bis 150 Nanocurie Jod-131 im Spinat gefunden, im Salat zwischen 24 und 410 Nanocurie. Etwa zwei Drittel aller Meßwerte lagen über dem Grenzwert von zehn Nanocurie.
Zwischen dem 2. und dem 15. Mai lagen im Schnitt 20 Prozent von insgesamt rund 1.000 Milchproben aus ganz Österreich über dem Grenzwert von 10 Nanocurie pro Liter für Jod-131. Schafmilch enthielt mitunter sogar tausende Nanocurie pro Liter. Weidetiere, die auf jod-reichen Wiesen grasten, reicherten Jod-131 in hohem Umfang in der Schilddrüse an. Vom 13. Mai ist ein Fall bekannt, wonach in der Schilddrüse eines Schlachttieres über 200.000 Nanocurie Jod-131 meßbar waren.
Auch hinsichtlich des Cäsium-137 ist eine differenzierte Betrachtung notwendig. Cäsium ist als chemisches Element, das dem Kalium ähnlich ist, in Pflanzen verfügbar. Am 13. Mai wurden im Weidegras Werte von 100 bis 200 Nanocurie Cäsium-137 pro Kilogramm gemessen. Spinat enthielt am selben Tag in Wien zwischen 13 und 19 Nanocurie. Da das Grünfutter erhebliche Teile des ausgewaschenen Cäsiums festhielt, kam es in der Folge zu einem allmählichen Anstieg der Cäsiumkonzentration in Milch und Fleisch. Vor allem in Wild wurden dabei Werte um 50 Nanocurie pro Kilogramm gemessen. Eine erste Abschätzung der Cäsiumbelastung durch Fleisch und Milch, die von einem Mitglied der deutschen Strahlenschutzkommission vorgenommen wurde, beläuft sich auf 60 bis 90 Millirem für das Nuklid Cäsium. Auf die gesundheitliche Bedeutung dieser Angaben wurde bereits eingegangen (siehe Seite 44).
Die durch Tschernobyl bedingte Strahlenbelastung kann nur in be-

schränktem Umfang mit jener verglichen werden, die seit den sechziger Jahren durch den Fallout der atmosphärischen Atombombenversuche erfolgt. Damals war der Eintrag von radioaktivem Strontium um etwa den Faktor 10 höher als infolge der radioaktiven Wolke aus Tschernobyl. Auch wurde damals vergleichsweise mehr radioaktives Plutonium freigesetzt. Dagegen war, zumindest in Österreich, die zusätzliche Belastung durch Cäsium-137 und Jod-131 in den vergangenen Wochen weit höher als in den sechziger Jahren. Es wird noch detaillierter Analysen bedürfen, um herauszufinden, ob bzw. in welchem Ausmaß Tschernobyl stärker belastete als die Atombombenversuche. Schon jetzt darf jedoch angemerkt werden, daß ein solcher Vergleich zwar informativ ist, aber nicht besonders sinnvoll; wer jedenfalls – quasi zum Zwecke der Beschönigung – behauptet, die künstliche Radioaktivität sei in den sechziger Jahren höher gewesen als nach Tschernobyl, will sich möglicherweise an der Tatsache vorbeischwindeln, daß beide Ereignisse gesundheitliche Folgen haben, auch wenn diese, wie wir gesehen haben, in der Statistik vermutlich untergehen, weil ihr Ausmaß gering ist.

Die weitere Entwicklung kann gegenwärtig nicht zuverlässig vorausgesagt werden. Sie kann durchaus noch durch gezielte Maßnahmen positiv beeinflußt werden: So ist es beispielsweise denkbar, die Äcker tiefer als sonst zu pflügen, um so die radioaktiven Nuklide besser zu verteilen, oder auch, die Böden vermehrt mit Kalidünger zu beglücken. Dadurch könnte in den Organismen eine Art »Cäsiumsperre« ausgelöst werden.

Alles in allem ist schon heute damit zu rechnen, daß die in Österreich relevante zusätzliche Strahlenbelastung jeden Bürger im Durchschnitt mit einigen hundert millirem belasten wird, das heißt, im Bereich von einigen Jahresdosen an natürlicher Strahlung liegt. Da in der Summation der zahlreichen Einzeldosen Annahmen und Schätzwerte eingehen, ist zu erwarten, daß die entsprechenden Bilanzen unterschiedlicher Forscher um den Faktor 10 und mehr differieren werden. Abgesehen davon, handelt es sich um Durchschnittswerte, die – regional bedingt – höher oder niedriger sein können. Nimmt man noch hinzu, daß einzelne Individuen beträchtliche Unterschiede in der Empfindlichkeit für Strahlen aufweisen, dann resultiert eine sehr große Bandbreite möglicher Strahlenfolgen. Fest steht zunächst, daß die von den Gesundheitsbehörden empfohlenen oder verordneten Maßnahmen mit hoher Wahrscheinlichkeit dazu beigetragen haben, das Strahlenrisiko erheblich zu mindern.

Wenn wir von der eher pessimistischen Annahme ausgehen, die Strahlenbelastung durch Tschernobyl betrage in Österreich in Summe 2.000 millirem, dann wären nach der auf Seite 43 erwähnten Faustregel in den nächsten Jahren rund 1.400 Krebstodesfälle zu befürchten; wenn wir

dagegen – eher optimistisch – eine zusätzliche Belastung von 50 millirem in Rechnung stellen, dann hielten die Folgen bei etwa 35 Krebstodesfällen. In Wirklichkeit werden wir uns wahrscheinlich irgendwo in der Mitte zwischen diesen beiden Werten bewegen. Ähnliche Berechnungen für die zu erwartenden Raten an Leukämie, Geburtsfehlern und genetischen Defekten würden vergleichbar große Bandbreiten ergeben; in absoluten Zahlen gesehen, sind niedrigere Werte als bei den Krebsfolgen zu erwarten.

5. Atomkraftwerke, Wiederaufbereitung und Endlagerung

Die Stromerzeugung aus Kernenergie beruht auf künstlich herbeigeführten Prozessen der Kernspaltung. Zum Verständnis dieses Vorgangs sind einige Begriffe zu erklären. Atome bestehen aus einem Atomkern und einer Hülle aus elektrisch geladenen Elektronen. Der Kern ist aus Neutronen und Protonen zusammengesetzt. Beide haben etwa die gleiche Masse. Protonen sind positiv geladen, Neutronen haben keine elektrische Ladung. Jedes chemische Element wie beispielsweise Natrium, Kohlenstoff oder Sauerstoff besteht aus Atomen mit einer bestimmten Anzahl von Protonen im Kern. Diese Zahl heißt Ordnungszahl; sie bestimmt die chemischen Eigenschaften des betreffenden Elements. In der Natur kommen insgesamt 92 Elemente vor. Sie unterscheiden sich durch die Ordnungszahl und reichen vom Wasserstoff mit einem Proton bis zum Uran mit 92 Protonen. Nicht alle Atome eines Elements besitzen jedoch die gleiche Anzahl von Neutronen (da diese nicht elektrisch geladen sind, verhalten sich Atome mit gleicher Zahl von Protonen, aber verschiedener Neutronenzahl, chemisch gleich). Die Anzahl der Neutronen ergibt zusammen mit jener der Protonen die Masse des Kerns und damit seine Massenzahl. Atome mit gleicher Ordnungszahl, aber verschiedener Massenzahl, werden Isotope eines Elements genannt. Beispielsweise hat das chemische Element Kohlenstoff sechs Protonen und sechs Neutronen und wird daher als C-12 bezeichnet; daneben gibt es aber auch Kohlenstoff C-13, das heißt ein Isotop mit sechs Protonen und sieben Neutronen im Kern, sowie C-14, also mit acht Neutronen je Atomkern.

Nicht immer sind die Protonen und Neutronen in einem Kern so angeordnet, daß dieser stabil ist. Zahlreiche Isotope sind unbeständig und zerfallen daher nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten in Bruchstücke, solange bis diese stabil sind. Bei diesen Zerfallsprozessen wird Energie in Form von radioaktiver Strahlung frei. Instabile Isotope werden deshalb auch als radioaktive Isotope, ihre Kerne als Radionuklide bezeichnet.

Bei derartigen Kernumwandlungen werden Elektronen oder Heliumkerne, die aus zwei Protonen und zwei Neutronen bestehen, sowie Gammastrahlen frei. Nimmt man nun aber Atomkerne gezielt unter Beschuß, so tritt ein weiterer Prozeß ein, die sogenannte Kernspaltung. Wenn beispielsweise der Kern des Urans U-235 mit Neutronen beschossen wird, entsteht das Uranisotop U-236; dieses zerfällt anschließend in zwei annähernd gleichschwere Kerne. Bei diesem Vorgang wird sehr viel Energie frei und beim Zerfall in Spaltprodukte entstehen weitere

Neutronen, die nun wiederum zum Beschuß weiterer U-235 Kerne zur Verfügung stehen. Diese »Kettenreaktion« setzt bei der Atombombe eine gewaltige Explosivkraft frei, bei Kernkraftwerken läuft sie im Normalfall kontrolliert ab.
Wenn durch einen derartigen Beschuß instabiler Atomkerne mit Neutronen bei jedem atomaren Zerfall gerade so viele Neutronen neu gebildet werden als durch verschiedene Prozesse – darunter auch Absorption – wieder verloren gehen, dann ist der sogenannte »kritische Zustand« erreicht. Wenn ein Überschuß an Neutronen erzeugt wird, ist die Lage überkritisch. Bei der Atombombe wird der überkritische Zustand bewußt herbeigeführt, im Kernreaktor dagegen steuert man den Zerfallsprozeß so, daß der kritische Wert nicht erreicht wird.
Der wesentliche Unterschied zwischen einer Atombombe und einem Kernreaktor besteht also darin, daß die Atombombe von vornherein so ausgelegt ist, daß die beim Zerfall entstehenden Neutronen möglichst nicht absorbiert oder abgebremst werden, damit die überkritische Kettenreaktion in möglichst kurzer Zeit ablaufen kann, während im Kernreaktor die entstehenden Neutronen so verlangsamt und teilweise absorbiert werden, daß die Kettenreaktion nach Bedarf steuerbar ist.

Das Prinzip des Atomreaktors

Ein Reaktor besteht aus einer großen Menge eines instabilen Isotops, meistens des Urans; das spaltbare Material ist in sogenannten Brennstäben angeordnet. Diese wiederum sind in Brennelementen zusammengefaßt. Dazu kommen noch Regelstäbe, die die entstehenden Neutronen absorbieren, sowie Kühlmittel, welche die bei der Kernspaltung freiwerdende Wärmeenergie ableiten. Oft wirkt das Kühlmittel selbst auch als Moderator (also zum Abbremsen oder Absorbieren der Neutronen), aber es kann auch ein anderes Material, etwa Graphit, für diesen Zweck eingesetzt werden. Die Energie, die das Kühlmittel im Zuge der Kernspaltung aufnimmt, wird in der Folge zur Erzeugung von Dampf benützt, der wiederum Turbinen zur Stromerzeugung antreibt (das Kühlmittel fungiert also als Wärmeüberträger).
Gegenwärtig wird der sogenannte Leichtwasserreaktor am häufigsten verwendet. Bei ihm wird gewöhnliches Wasser sowohl als Moderator, als auch als Kühlmittel verwendet. Der zur Energieerzeugung verwendete Grundstoff ist Uran-235. Man unterscheidet zwei verschiedene Konzepte: den Siedewasserreaktor und den Druckwasserreaktor. Im ersten Fall wird das Kühlmittel Wasser durch die im Reaktorkern erzeugte Hitze zum Sieden gebracht und der so entstehende Dampf zum

Antrieb von Turbinen verwendet. Im zweiten Fall wird das im Reaktor erhitzte Kühlmittel durch Erhöhung des Drucks am Sieden gehindert und in der Folge über einen Wärmeaustauscher geleitet, der die Energie auf einen zweiten Kreislauf überträgt, und dieser wird schließlich zum Antrieb der Turbinen benützt.
Der Kernreaktor in Tschernobyl verwendete dagegen Graphit als Moderator. Auch er wurde mit Uran betrieben; im Zuge der Kernspaltung entsteht bei diesem Reaktortyp allerdings auch Plutonium-239, das zur Erzeugung von Kernwaffen nötig ist.
Alle Kernkraftwerke besitzen mehr oder weniger gute Sicherheitseinrichtungen, die verhindern sollen, daß es zu einer unkontrollierten Kettenreaktion kommt. So ist das Reaktordruckgefäß in der Regel von einem Schild aus Stahlbeton umgeben, der zur Abschirmung von Neutronen und Gammastrahlung dient, die bei der Kernspaltung frei werden. Das ganze System wird in einem stählernen Sicherheitsbehälter eingeschlossen, der seinerseits von einer Stahlhaut umgeben ist. Auch die Wände des Gebäudes, das den Sicherheitsbehälter aufnimmt, sind aus Stahlbeton gefertigt.
Diese Barrieren sollen verhindern, daß beim Eintreten eines Störfalles radioaktive Spaltprodukte in größeren Mengen in die Umgebung des Kraftwerkes gelangen (aber auch im Normalbetrieb werden geringe Mengen an gasförmigen und flüchtigen Spaltprodukten freigesetzt).
Die größte Gefahr geht von einer Überhitzung der Brennelemente aus. Dazu kann es beispielsweise kommen, wenn der Kreislauf des Kühlmittels aus irgendeinem Grund unterbrochen ist. So führte ein fehlerhaftes Ventil zum Kraftwerksunfall von Three-Mile-Island, und aller Wahrscheinlichkeit nach ein Stromausfall zum GAU von Tschernobyl. Wenn die Kühlung des Reaktorkernes ausfällt, steigt die Temperatur des Kerns, solange bis dieser zu schmelzen beginnt.

Kernkraft in der Sowjetunion

Gegenwärtig sind in der Sowjetunion Kernkraftwerke mit einer Gesamtkapazität von rund 20.000 Megawatt installiert. Sie liefern etwa 7 Prozent der Elektrizitätsproduktion. Das sowjetische Nuklearprogramm baut auf zwei unterschiedlichen Reaktortypen auf: dem WWER-Reaktor (das ist ein Druckwasser-Reaktor) und dem RBMK-Reaktor (Moderierung durch Graphit). Tschernobyl besteht aus vier Einheiten des Typs RBMK mit je 1.000 Megawatt Leistung. Weitere Reaktoren dieses Typs stehen in Kursk, Leningrad und Smolenskaja.
Die Entwicklung des RBMK-Reaktors begann bereits im Jahre 1954.

Damals wurde das erste sowjetische Atomkraftwerk in Obninsk in Betrieb genommen. Die nächste Etappe markierte der Siedewasserreaktor RBMK 1000. Anfang der siebziger Jahre wurden weitere RBMK-Reaktoren bei Leningrad installiert.
Der RBMK-Reaktor ist ein »leichtwassergekühlter, graphitmoderierter Druckröhrenreaktor«. Leichtwasser ist nichts anderes als ganz ordinäres Wasser, das nur deshalb umgetauft wurde, weil in der Reaktortechnik auch ein anderes, industriell gewonnenes Wasser verwendet wird, das sogenannte schwere Wasser (es enthält statt Wasserstoff dessen schwereres Isotop Deuterium).
Die Reaktoren in Tschernobyl werden also mit gewöhnlichem Wasser »gekühlt«. Dem Laien leuchtet eher der umgekehrte Aspekt desselben Vorgangs ein, nämlich, daß das Wasser von den Brennelementen des Reaktors aufgeheizt wird. Der dabei entstehende Dampf ist es, der die Turbinen für die Elektrizitätserzeugung antreibt.
Wasser verdampft unter normalem Druck bei 100 Grad Celsius. Günstiger ist der Wirkungsgrad einer Dampfturbine, wenn sie mit dreimal heißerem Dampf betrieben wird. Dieser läßt sich, wie etwa beim Schnellkochtopf, in einem Druckgefäß herstellen. Im Reaktor von Tschernobyl besteht dieses Gefäß aus 1.700 Druckröhren. Sie sind sieben Meter lang, haben einen Durchmesser von fast neun Zentimetern und einen vier Millimeter starken Mantel. Das ganze Röhrensystem ist in einen sieben Meter hohen und zwölf Meter dicken Block aus Graphit eingelassen. In jeder Röhre hängt ein Bündel aus 18 Brennstäben. Es wird von unten her mit dem Wasser umspült, das dann oberhalb dieser aktiven Zone in einer Verlängerung des Druckrohres als Dampf austritt und, vereint mit dem Dampf aus den übrigen Röhren, die Turbine treibt. Der Graphitblock »moderiert« den Kernspaltungsprozeß, indem er die Fluggeschwindigkeit der daran beteiligten Neutronen abbremst. Im Graphit sind weiters 200 Kanäle eingelassen. Darin stecken die sogenannten Absorberstäbe. Sie bestehen aus Cadmium oder Bor und vermögen effizient Neutronen einzufangen. Durch Einschieben oder Herausziehen der Absorberstäbe kann die Kettenreaktion reguliert werden. Der Graphitblock ist von einem dichten Metallgefäß umschlossen. Dieses ist mit einem Gemisch aus Helium und Stickstoff gefüllt und soll im Normalfall dafür sorgen, daß der Graphit nicht mit Sauerstoff in Berührung kommt und dabei Feuer fängt.
Ein von den Sowjets besonders hervorgehobener Vorzug dieser Konstruktion ist seine angebliche Sicherheit. Der gefürchtete totale Verlust des Kühlwassers, wie er bei anderen Anlagen durch ein Leck im Wasserkreislauf eintreten kann, sei hier, so wurde behauptet, so gut wie ausgeschlossen. Aus diesem Grund glaubte man auch, auf einen Sicherheits-

behälter aus Stahl für die gesamte Anlage (ein sogenanntes Containment) verzichten zu können. Der Graphitreaktor hat zwei wesentliche Vorteile: Man kann ihn mit nur geringfügig verändertem Natururan betreiben und erspart sich deshalb den Betrieb teurer Anreicherungsanlagen. Der zweite Vorteil ist für Militärs von Interesse. Der Graphitreaktor brütet mehr und einfacher zu entnehmendes Plutonium für Atomwaffen aus als alle anderen Systeme.
In der Bundesrepublik Deutschland wurde nur ein einziges Mal die Konstruktionsweise des RBMK-Reaktors versucht: Im Jahr 1972 ging bei Landshut das Atomkraftwerk Niederaichbach ans Netz. Doch mit diesem Unglücksreaktor hatte der Erbauer – die Firma Siemens – kein Glück. Der mit Graphit moderierte und mit Wasser gekühlte »Spaltröhrenreaktor« lief nur ganze 18 Tage mit voller Last. Dann wurde er nach vielen Störfällen wieder abgeschaltet. Seither erproben die bayrischen Behörden an dem Bau der Ruine diverse Methoden des Abwrackens von Atomkraftwerken.

Die Wiederaufbereitung atomarer Brennstoffe

Beim Betrieb von Atomkraftwerken ändert sich allmählich die Zusammensetzung der Brennstäbe: der Anteil des Urans nimmt ab, die Konzentration diverser Spaltprodukte dagegen zu; viele von ihnen sind radioaktiv. Ein abgebranntes Brennelement enthält keineswegs nur »Asche«; der größte Teil seines Inhalts kann nochmals verwendet werden. Dazu muß man die Brennstäbe allerdings zerlegen und chemisch behandeln. Das heißt, die wiederverwendbaren Bestandteile müssen vom echten Abfall getrennt werden. Genau dazu sind Wiederaufbereitungsanlagen da.
Zunächst werden abgebrannte Brennelemente in Lagerbecken aufbewahrt, bis die Aktivität der Spaltprodukte stark abgesunken ist (Zwischenlagerung). Wenn die Aktivität der Spaltprodukte nur mehr 0,1 Prozent ihres ursprünglichen Werts beträgt, können sie in einer ersten Stufe mechanisch zerlegt werden. Ihr Inhalt wird in der Folge in Salpetersäure aufgelöst. Anschließend vermischt man die Salpetersäurelösung mit organischen Flüssigkeiten, um die Spaltprodukte von Uran und Plutonium zu trennen. Danach bleibt eine heiße, hochradioaktive Brühe aus Salpetersäure und Spaltprodukten übrig, die eingeengt und in ein Tanklager geleitet wird. Dieses fungiert wiederum als Zwischenlager. Anschließend gißt man die Lösung in eine flüssige Glasschmelze und füllt beide in rostfreien Stahl. Auf diese Weise entsteht ein Glasblock, der in Wasser praktisch unlöslich und gegen Eigenstrahlung, die

in einem Endlager auftreten kann, weitgehend beständig sein soll. Die solcherart verglasten Abfälle müssen dann der Endlagerung zugeführt werden.
Alle Staaten, die Kernwaffen erzeugen, verfügen auch über Wiederaufbereitungsanlagen. In Europa sind vor allem die im englischen Windscale sowie im französischen La Hague von Bedeutung. Darüber hinaus hat im Februar 1985 die Deutsche Gesellschaft für Wiederaufbereitung von Kernbrennstoffen beschlossen, eine Wiederaufbereitungsanlage für abgebrannte Brennelemente in Wackersdorf in Bayern zu bauen. Ihre Inbetriebnahme soll nach den Plänen der Gesellschaft nach 1993 erfolgen. Die erforderlichen Investitionen belaufen sich auf über 5 Milliarden DM.

Endlagerung

Bleibt noch das Problem, die hochaktiven Abfälle endgültig zu lagern. Der größte Teil davon entstammt der Kernwaffenproduktion. Allein in den Vereinigten Staaten fielen bis Mitte der siebziger Jahre rund 800 Millionen Liter Abfall, hauptsächlich aus der Plutoniumherstellung, an. Erste Erfahrungen mit der Lagerung flüssiger Abfälle wurden ebenfalls in den USA gemacht. Man setzte zunächst auf doppelwandige Stahlbehälter. Diese verfügten jedoch über keine Warnsysteme, die das Auftreten von Rissen automatisch melden konnten. Es gab auch mehrfach Unfälle, bei denen hochradioaktive Flüssigkeit in das umgebende Erdreich ausfloß. In Europa hat man mit der Verglasung der flüssigen Abfälle bislang bessere Erfahrungen gemacht.
Zur Endlagerung will man die Abfälle in erdbebensicheren Gebieten tief unter der Erde aufbewahren. In der Bundesrepublik Deutschland ist die Einlagerung im Salzstock von Gorleben geplant. In der Schweiz und in Schweden sollen die Abfälle vor allem in Granitzonen deponiert werden. Wie sicher die verschiedenen Endlager sind, werden allenfalls unsere Kindeskinder wissen.

6. Atomgrenzland Österreich

Im tschechoslowakischen Dukovany, rund 40 Kilometer von der Österreichischen Grenze bei Retz entfernt, steht ein Atomkraftwerk mit einer Kapazität von 1.760 Megawatt. Etwas weiter weg steht ein Kraftwerkskomplex und eine Atomruine, und zwar in Jaslovske Bohunice in der Westslowakei, rund 55 Kilometer Luftlinie von der österreichischen Grenze bei Dürnkrut. Das jugoslawische Krsko ist auch nur rund 50 Kilometer von Kärnten entfernt.

Die tschechischen Atomkraftwerke, erklärte ein Prager Regierungsvertreter in einer Reaktion auf die Katastrophe von Tschernobyl, seien absolut sicher. Ein GAU nahe der tschechisch-österreichischen Grenze könne keinesfalls passieren. Tatsächlich haben sich jedoch in tschechischen Atomkraftwerken bereits mehrere Unfälle ereignet, der schwerwiegendste davon in Bohunice. Das dortige Kraftwerk arbeitet mit einem kohlendioxid-gekühlten Schwerwasserreaktor. Es wurde im Dezember 1973 in Betrieb genommen. Ein erster schwerer Betriebsunfall passierte im Jänner 1976. Laut offiziellen Ermittlungen geriet in die Einführungsvorrichtung für Brennelemente ein Gegenstand, wodurch die Sicherung der neuen Brennelemente verhindert wurde. Möglicherweise war ein Bedienungsfehler schuld daran. Das Brennstabpaket schoß jedenfalls mit einem Druck von 60 Atmosphären aus dem Reaktor. Dadurch floß mit hohem Druck radioaktives Kühlmittel in den Reaktorraum. Es wurde befohlen, das Objekt zu verlassen. Zwei Angestellte, die in diesem Augenblick nicht auf ihren Arbeitsplätzen waren, flüchteten zum Notausgang. Dieser war jedoch wegen der häufig vorkommenden Diebstähle versperrt. Noch bevor sie den nächsten Notausgang erreichen konnten, erstickten die beiden Arbeiter am ausströmenden Kohlendioxid.

Das radioaktive Gas wurde in die Havariegasbehälter umgepumpt, von wo es nach kurzem über Filter in die Atmosphäre freigesetzt wurde. Die Kapazität der Havariegasbehälter reichte jedoch für eine Panne dieses Ausmaßes nicht aus, sodaß ein Teil der radioaktiven Gase direkt in die Atmosphäre abgelassen werden mußte. Detaillierte Angaben über Strahlungswerte gelten als streng geheim.

Der zweite Betriebsunfall ereignete sich am 23. Februar 1977, offenbar durch eine Schlampigkeit bei der Montage des Brennstabpaketes und seiner Einführung in den Reaktor. Es kam dabei zu einer Überhitzung des Primärkreises, zu einer Beschädigung der Brennstäbe infolge der Wärmeeinwirkung und zu einem Defekt an einer Rohrleitung. Als Folge davon drang Kohlendioxid in den primären Kreis ein und verseuchte ihn. Durch die Erhitzung wurde der Stromgenerator undicht

und auch der sekundäre Kreis verseucht. Radioaktives Tritium strömte aus und wurde von der Belüftungsanlage in den Betriebsraum gesaugt. Der Reaktor wurde stillgelegt, ein Teil des aktivierten Dampfes in die Atmosphäre abgeleitet. Wenig später legte man den Atomreaktor Bohunice für alle Zeiten still.
Die Unfälle wurden durch einen Bericht der tschechoslowakischen Bürgerrechtsbewegung Charta 77 im Westen bekannt. Ob beziehungsweise wieviele weitere Kraftwerksunfälle nahe der österreichischen Grenze bislang passiert sind, ist unbekannt. Das Beispiel Bohunice zeigt jedoch eindrücklich, daß es mit der Sicherheit der grenznahen Kraftwerke keineswegs so gut bestellt ist, wie dies offizielle Stellen behaupten. »Tschernobyl ist überall« verkünden gegenwärtig die Kernkraftgegner. In gewissem Sinne haben sie recht: ein GAU oder gar ein Super-GAU kann in jedem Kernreaktor der Welt passieren. Daran ändert auch die Tatsache nichts, daß in den westlichen Industriestaaten allen Beteuerungen nach wesentlich schärfere Sicherheitsbestimmungen gelten. Dennoch bleibt im Westen wie im Osten ein nicht genau definierbares »Restrisiko« übrig.
Die meisten Atomkraftwerke rund um Österreich stehen in Ostblockstaaten. Sie besitzen in der Regel kein Containment, also jene Umhüllung aus Stahlbeton, die im Falle eines schweren Unfalles mit einiger Sicherheit dafür sorgen würde, daß freiwerdende radioaktive Stoffe nicht in die Atmosphäre gelangen. Sehen wir uns in der Folge überblicksartig an, in welchem Ausmaß Österreich von atomaren Anlagen umgeben ist. Im folgenden Kapitel werden wir dann erörtern, was in Österreich im Falle eines Strahlenalarms an unseren Grenzen vermutlich passieren würde.
In der Tschechoslowakei sind, wie schon erwähnt, die Kraftwerke Dukovany und Bohunice zu nennen. In Bohunice wurde zwar ein Unglücksreaktor stillgelegt, drei weitere Reaktoren dieses Komplexes sind aber angeblich in Betrieb. Darüber hinaus entsteht in Mochovce, über 100 Kilometer von Preßburg entfernt, ein riesiger Komplex mit vier Kraftwerken, die zu Beginn der neunziger Jahre 1.760 Megawatt Strom liefern sollen. Auch in Temelin sind vier weitere Atommeiler geplant. Bei allen handelt es sich um Druckwasserreaktoren, die mit leichtem Wasser gekühlt werden. Bis zum Jahre 1990 sollen 30 Prozent des tschechischen Elektrizitätsbedarfs durch Atomkraft gedeckt werden, bis zur Jahrtausendwende über 53 Prozent. In den vergangenen Jahren kam es aber zu empfindlichen Verzögerungen, sodaß dieser Zeitplan vermutlich nicht in Erfüllung geht.
Im Juli 1984 trat ein österreichisch-tschechisches Abkommen über grenznahe Kraftwerke in Kraft. Als »grenznahe« gelten darin – entspre-

chend den Regeln des Völkerrechts – nur solche Kraftwerke, die näher als 30 oder höchstens 35 Kilometer zur Staatsgrenze errichtet werden. Von den tschechoslowakischen Atomkraftwerken fällt demnach nur der Standort Dukovany unter diese Vereinbarung. Das »Abkommen zur Regelung von Fragen gemeinsamen Interesses im Zusammenhang mit Kernanlagen« sieht außerdem nur die Information über grenznahe Kraftwerke vor sowie eine Verpflichtung zur unverzüglichen Benachrichtigung bei Störfällen. Über eine Entschädigung nach Schadensfällen wird nichts bestimmt. Erst am 15. Mai 1986 fanden im Wiener Palais Dietrichstein die ersten Expertenkontakte aufgrund dieses Abkommens statt.

Rund 200 Kilometer von der österreichisch-ungarischen Grenze entfernt ist seit etwa zwei Jahren das Atomkraftwerk Paks in Betrieb. Vier Einheiten zu je 440 Megawatt, aus der Sowjetunion geliefert, sollen 22 Prozent des ungarischen Strombedarfs decken. Auch dieses Kraftwerk ist, behauptet der zuständige Staatssekretär im Industrieministerium, Laszlo Kapolyi, »absolut sicher«. Sogar das Problem der Endlagerung des Atommülls hält man in Ungarn für gelöst. So sollen leicht radioaktive Abfälle in Zement gegossen und außerhalb des Kraftwerks gelagert werden. Hochaktive Materialien werden im Atommeiler selbst deponiert. Weitere Abfälle will man in dicken, wasserdichten Tonschichten oberhalb des Grundwasserspiegels einbetten.

Zwischen Österreich und Ungarn besteht ein Umweltschutzabkommen, das die Aufnahme von Verhandlungen über grenznahe Atomkraftwerke vorsieht. Der Atommeiler Paks ist davon nicht betroffen.

In Jugoslawien ist seit Anfang 1984 ein Kernreaktor nahe von Krsko (Gurkenfeld) in Betrieb. Das 632-Megawatt-Kraftwerk wurde von der US-Firma Westinghouse geliefert und speist jährlich 4,5 Milliarden Kilowatt in das jugoslawische Stromverbundnetz ein. Im Gegensatz zu den Reaktoren sowjetischen Typs ist Krsko mit einem Containment umgeben: eineinhalb Meter dicker Beton und ein 38 Zentimeter starker Stahlmantel schützen den eigentlichen Reaktor mit den Brennelementen von der Umwelt ab. Die Brennstäbe werden von den USA geliefert, die Internationale Atombehörde in Wien kontrolliert den Betrieb des Reaktors. Außerdem ist in Jugoslawien bis zum Jahre 2000 die Errichtung von weiteren zehn Kraftwerken geplant. Mit dem Bau dürfte es allerdings nicht so glatt gehen wie in Krsko. So haben die Bewohner der Insel Vir in einem Referendum abgelehnt, daß dort ein Kernkraftwerk gebaut wird. Die Standorte der geplanten Kraftwerke sind noch nicht fixiert. In den letzten Jahren wuchs in Jugoslawien der Widerstand gegen den Bau weiterer Kernkraftwerke. Empörung und Proteste auf beiden Seiten der österreichisch-jugoslawischen Grenze rief jedenfalls ein

Plan hervor, nahe der 20.000 Einwohner zählenden Stadt Slovenj Gradec (Windischgrätz) eine Atommüllablage zu errichten.
In Italien sind derzeit vier Atomkraftwerke in Betrieb. Davon gehören drei der ersten Generation der fünfziger Jahre an, die noch als Experimentieranlagen gelten können und Strom vergleichsweise teuer produzieren. Das vierte steht südwestlich von Mailand; es ist seit Anfang der achtziger Jahre in Betrieb. Weitere Kraftwerke in Cirene, in Montalto di Castro, in der Lombardei sowie in der Provinz Piemonte sind in Bau oder in Planung.
Die Schweizer bauten ihre Atomkraftwerke knapp an die deutsche Grenze. Das Kraftwerk Beznau steht in nur acht Kilometer Entfernung zum Rhein und zur deutschen Grenze, ein weiteres in Gösgen-Däniken, in rund 20 Kilometer Abstand. Im Jahre 1983 nahm im schweizerischen Leibstadt, nahe der deutschen Grenze, ein weiteres Kernkraftwerk den Betrieb auf. Südlich von Waldshut, in Würenlingen, sind ein Zwischenlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle und ein Uranvorratslager vorgesehen. Nahe dem Hochrhein plant man die Endlagerung des gesamten schweizerischen Atommülls. Probebohrungen haben ergeben, daß die Bodenbeschaffung zwischen Basel und Schaffhausen für bis zu 1.500 Meter tiefe Stollen zur Aufnahme radioaktiver Abfälle »besonders geeignet« sei.
Das Atomkraftwerk Rüthi an der Grenze zu Vorarlberg dagegen, in den siebziger Jahren geplant, kam nie zustande, weil die österreichischen Nachbarn anhaltenden Widerstand leisteten. Für das AKW war sogar schon Baugelände gekauft worden, auch eine Standortbewilligung des Schweizer Bundesrates lag vor. Eine schweizerisch-österreichische Expertenkommission kam dann allerdings zu dem Schluß, daß der Standort Rüthi zu einem der »ungünstigsten« in ganz Europa gehöre.
Eher unwahrscheinlich ist, daß die Bundesdeutschen ebenso großen Wert auf gutnachbarliche Beziehungen zu Österreich legen wie die Schweizer. Abgesehen von dem längst zugesperrten Atommeiler Niederaichbach – das Werk soll jetzt um 100 Millionen Mark bis auf die Grundmauern geschleift werden – ist in Marienberg bei Rosenheim ein weiters AKW geplant, das rund vier Mal so groß sein wird wie die Anlage von Zwentendorf.
Heftige Proteste regen sich gegenwärtig gegen die geplante atomare Wiederaufbereitungsanlage in Wackersdorf, rund 150 Kilometer von der Grenze zu Salzburg und Oberösterreich entfernt. Dort sollen jährlich 350 Tonnen verbrauchter Atombrennstäbe runderneuert werden. Die Gegner der atomaren Wiederaufbereitungsanlage sind bisher mit ihrem Vorhaben gescheitert, einen Baustopp durchzusetzen. So richtete sich eine Klage gegen die Genehmigung, Wald zu roden und die Bau-

grube auszuheben. Das Verfahren wurde von zwei Landwirten, von einem Gastwirt und dem Besitzer eines Campingplatzes nahe Wackersdorf angestrengt, die durch das Projekt ihre Existenz gefährdet sehen. Die Deutsche Gesellschaft für Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen habe es unterlassen, so wurde angeführt, durch Probebohrungen die Auswirkungen ihres Projektes auf das oberflächennahe Grundwasser zu untersuchen. Der zuständige Richter urteilte allerdings, daß Eigentumsrechte am Grundwasser und anderen naturgegebenen Vorzügen nicht existieren: »Die gute Luft, ein schöner Ausblick und der große Erholungswert einer Gegend« seien keine Dauerrechte, auf die es einen Rechtsanspruch gebe.

Immer wieder kommt es seither in Wackersdorf zu Demonstrationen von Kernkraftwerksgegnern mit teilweise wilden Ausschreitungen, zuletzt am Pfingstwochenende. Das Reaktorunglück von Tschernobyl rief auch von österreichischer Seite Bedenken wach. Unter anderen mahnte SP-Präsidentschaftskandidat Dr. Kurt Steyrer, das Projekt nochmals zu überdenken.

Die Wiederaufbereitungsanlage würde im Normalbetrieb zwölfmal mehr Radioaktivität abgeben als ein Atomkraftwerk wie Zwentendorf. Dazu kommt, daß pro Jahr 44.000 Kubikmeter Abwasser aus der Anlage Richtung Donau flössen. Ein Unfall in Wackersdorf würde damit weite Teile Österreichs betreffen. Das Argument, die geplante Anlage sei »absolut sicher«, ist jedoch für eine Wiederaufbereitungsanlage genausowenig stichhältig wie für ein Kernkraftwerk. Detaillierte Risikostudien für Wiederaufbereitungsanlagen liegen derzeit nicht vor. Bisher wurden bereits zahlreiche Störfälle in Wiederaufbereitungsanlagen bekannt. So kam es im Jahre 1981 bei einem Brand in der französischen Aufbereitungsanlage La Hague zur Freisetzung hoher Mengen radioaktiver Strahlung. In der britischen Wiederaufbereitungsanlage Sellafield entwich vor kurzem erst plutoniumhältiges Gas in die Atmosphäre. Mehrere Arbeiter waren einer beträchtlichen Strahlenbelastung ausgesetzt.

Schon die im Normalbetrieb für Wackersdorf kalkulierten Höchstgrenzen für radioaktive Emissionen erscheinen manchen Experten zu hoch. So stellte das österreichische Umweltbundesamt am 24. Februar 1986 fest, die Anlage in Wackersdorf liege »hinsichtlich der beantragten Werte für Aerosolwerte teils über, teils unter den tatsächlichen Emissionen anderer europäischer Aufbereitungsanlagen, hinsichtlich der gasförmigen Radionuklide Krypton-85 und Wasserstoff-3 aber wesentlich darüber.« Auch die gegenwärtig beantragten Abgaben für Jod-129 und für die hochtoxischen Alphastrahlen sind beträchtlich. Einfache Störfälle wie etwa der kurzzeitige Ausfall von Filtern zur Abscheidung von Luft-

schadstoffen würden auch bei Ausbreitung der Abgase nach Österreich zwar mit hoher Wahrscheinlichkeit keine akuten Gefahren verursachen, jedoch zur weiteren Anreicherung langlebiger Nuklide in der Umwelt und damit zu langfristigen Gefährdungen beitragen.
Damit ist die Aufzählung der Atomanlagen rund um Österreich vollständig. Erwähnt sei noch, daß auch in Österreich selbst zwei Forschungsreaktoren in Betrieb sind; der Reaktor in Seibersdorf hat eine Leistung von 10 Megawatt, der Reaktor des Atominstituts der Österreichischen Hochschulen nahe dem Prater hat bloß 250 Kilowatt. Das Ausmaß an Radioaktivität, das in einem Störfall von einem AKW im schlimmsten Fall freigesetzt wird, hängt direkt mit der Nennleistung des Reaktors zusammen (man spricht in diesem Zusammenhang auch vom »Radioaktivitätsinventar«). Das Radioaktivitätsinventar der grenznahen Kraftwerke ist demnach im Schnitt um den Faktor 100 größer als jenes von Seibersdorf, das einer Wiederaufbereitsanlage in einem noch viel höheren Ausmaß.
Wie Tschernobyl eindrücklich gezeigt hat, kann aber auch von weiter entfernten Atomfabriken für Österreich Gefahr drohen. Dies stellten bereits im Jahre 1965 US-amerikanische Wissenschafter unter Beweis: sie hatten zu »Versuchszwecken« eine Explosion in einem kleinen Atomreaktor herbeigeführt. Durch den Versuch – er fand in der Gegend von Las Vegas im Bundesstaat Nevada statt – sollte geklärt werden, was alles geschehen könne, wenn sich in einem Atomreaktor eine unkontrollierte Kettenreaktion ereignete. Dabei zeigte sich, daß die bei der Reaktorexplosion freigesetzte radioaktive Wolke in weit entfernte Gegenden getragen wurde, während die nähere Umgebung um den Reaktor kaum betroffen war.

7. Strahlenschutz in Österreich

Stünde Tschernobyl an Österreichs Grenzen, so wären wir den damit verbundenen Strahlengefahren so gut wie schutzlos ausgeliefert. Wir hätten lediglich sehr bald gewußt, wo und in welchem Ausmaß die Strahlenbelastung in der Luft ansteigt: 336 vollautomatische Meßstellen im ganzen Bundesgebiet melden rund um die Uhr Meßdaten über die Radioaktivität in der Luft an die Landeswarnzentralen und an die Bundeswarnzentrale in Wien weiter. Die Schweiz verfügt dagegen lediglich über 50 solcher Meßstellen. Viele Staaten in Europa haben mit dem Aufbau eines derartigen Frühwarnsystems noch nicht einmal begonnen. Darüber hinaus haben Polizei und Bundesgendarmerie in Österreich über 400 Strahlenspürtrupps mit insgesamt 1.200 Mann, die in der Zivilschutzschule des Innenministeriums ausgebildet worden sind. Dort hat man bislang außerdem rund 2.000 Feuerwehrleute im Aufspüren von Strahlen unterwiesen. Auch das Bundesheer ist zur Messung von radioaktiver Strahlung im Prinzip ausgerüstet: in jeder Jägerkompanie gibt es ein Strahlenmeßgerät, jedes Kasernenkommando hat ein bis zwei Strahlenspürtrupps und bei jedem Militärkommando sind ein Strahlenschutzzug und eine Strahlenschutzkompanie im Einsatz. Insgesamt sind im Bereich des Bundesheeres rund 600 Strahlenschutzanzüge verfügbar.
Mit anderen Worten: Messen und aufspüren können wir relativ gut. Diesbezüglich war Österreich nach Tschernobyl gegenüber etwa Italien im Vorteil. Dennoch bot sich im Anschluß an die Erkenntnis, daß eine radioaktive Wolke über Mitteleuropa ziehe, in allen davon betroffenen Ländern mehr oder weniger das gleiche Bild: Mangels geeigneter Pläne und Kompetenzen für einen derartigen Katastrophenfall entstand ein zuweilen chaotisches Durcheinander. Der Bundesminister für Gesundheit und Umweltschutz veröffentlichte Empfehlungen, Gebote und Verbote. Manche Bundesländer hielten sich daran, andere wiederum gingen eigene Wege. Ständig wurden radioaktive Meßwerte gemeldet, mit denen der Durchschnittsbürger nichts anfangen konnte. Welche gesundheitlichen Folgen die radioaktive Belastung langfristig möglicherweise haben könnte, wurde nicht gesagt. Das Volk war zwischen der Beschwichtigung, es bestehe keine akute Gefahr, und Maßnahmen wie dem Verkaufsverbot von Freilandgemüse hin und her gerissen.
Selbstverständlich ist den beteiligten Behörden zuzubilligen, daß es in einem derartigen Alarmfall nicht in erster Linie darauf ankommt, daß alles wie am Schnürchen läuft (wenngleich dies natürlich wünschenswert ist). Viel schwerer wiegt dagegen, daß es bis heute weder überregionale Alarmpläne gibt noch daß die Katastrophenschutzpläne der

Länder für eine Strahlenkatastrophe größeren Ausmaßes Vorsorge getroffen haben.
Am Beispiel von Tschernobyl offenbart sich damit, daß der Föderalismus auch seine Schattenseiten hat. Die Kompetenzen des Bundes sind in derartigen Katastrophenfällen stark eingeschränkt. Solange sich das nicht ändert, wird beim nächsten GAU dasselbe Tohuwabohu resultieren. Das hierzulande gültige Strahlenschutzgesetz aus dem Jahre 1969 formuliert im Paragraph 38, Absatz 1, lediglich: »Übersteigt die Strahlungsintensität aufgrund der radioaktiven Verunreinigung ein Ausmaß, bei dem nach dem jeweiligen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse die Möglichkeit einer Beeinträchtigung des Lebens und der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft besteht, so sind der Landeshauptmann und der Militärkommandant zu benachrichtigen. Der Landeshauptmann hat ... die sonst erforderlichen Schutz- und Sicherungsmaßnahmen zu treffen.« Als Schutz- und Sicherungsmaßnahmen seien insbesondere Verkehrsbeschränkungen, wie das Verbot des Verlassens der Häuser, die Absonderung von Personen und Gegenständen, die Beschränkung des Personen- und Güterverkehrs, des Verkehrs mit Lebensmitteln und landwirtschaftlichen Produkten und der Wasserbenützung, das Verbot des Betretens oder der Evakuierung bestimmter Gebiete, weiters die Unschädlichmachung von Gegenständen und der Absonderung, gegebenenfalls die Tötung von Tieren und die Beseitigung von Tierkadavern anzusehen. Schutz und Sicherungsmaßnahmen könnten, so heißt es weiter unten, bei Gefahr im Verzuge auch gegen den Willen des Betroffenen durch unmittelbaren Zwang vollzogen werden.
Die Verantwortung für derartige Maßnahmen liegt bei den einzelnen Landesregierungen. Das einzige, was der Minister für Gesundheit und Umweltschutz derzeit tun kann, ist, Rahmenempfehlungen für solche Maßnahmen abzugeben. »Die Rahmenempfehlungen gehen«, so der frühere Gesundheitsminister Dr. Kurt Steyrer in Beantwortung einer parlamentarischen Anfrage vom November 1984, »von Verhaltensmustern für verschiedene Dosen (Erwartungsdosen) aus, die sich aus den Anlässen – kerntechnischer Unfall, militärische Aktion, Absturz eines Flugkörpers mit höherem Radioaktivitätsinventar – ergeben könnten. Verschiedene Maßnahmen bedürfen einer speziellen Vorausplanung, und Maßnahmen wie Schutzräume, Alarmauslösersysteme einer entsprechenden Vorsorge«.
Niemand kann also behaupten, daß die Möglichkeit eines Reaktorunfalles nicht schon früher einkalkuliert worden wäre; gleichfalls muß die problematische Kompetenzlage allen Beteiligten schon lange klar gewesen sein. Offenbar ließ man sich von den Beteuerungen der Kraftwerks-

betreiber in Sicherheit wiegen, ein Unfall, wie er in Tschernobyl dann doch geschehen ist, sei extrem unwahrscheinlich. An dieser Kritik kann auch der Hinweis nichts ändern, daß Tschernobyl auch in der Bundesrepublik einen ähnlichen Kompetenzwirrwarr hervorrief.
Was wäre passiert, so fragen sich jetzt viele Bürger unseres Landes, wenn die jüngste Reaktorkatastrophe nicht in der Nähe von Kiew, sondern in der Tschechoslowakei, in Jugoslawien oder in der Bundesrepublik, also nahe unseren Grenzen, passiert wäre? Zumindest bei ungünstigen Wetterbedingungen wäre dann eine Menge von Strahlenteilchen über unser Land hereingebrochen, die um ein Vielfaches höher veranschlagt werden muß, als es nach Tschernobyl der Fall war. So gesehen sind wir, aus österreichischer Sicht gesehen, bei Tschernobyl noch mit einem halbwegs blauen Auge davongekommen. Das erspart uns aber keineswegs, auf die Frage »Was wäre, wenn . . .?« eine Antwort zu versuchen.

Schutzräume in Österreich

Sie ist keineswegs erfreulich. Derzeit gibt es in Österreich nach Angaben des Bundesministeriums für Inneres für etwa sieben Prozent der Bevölkerung Schutzräume, die vor radioaktiver Rückstandsstrahlung, chemischen oder biologischen Schadstoffen, vor Splitter- und Donnerwirkungen sowie vor Brandeinwirkungen kürzerer Dauer helfen sollen. Die weit überwiegende Mehrheit der Österreicher wäre demnach in einem Katastrophenfall, der das Aufsuchen strahlensicherer Schutzräume zumindest vorübergehend erforderlich machte, hilflos ausgeliefert.
Daran kann weder die Erfolgsmeldung viel ändern, daß vom Bund in den letzten Jahren weit über 100.000 Schutzraumplätze geschaffen wurden, noch daß in anderen westeuropäischen Staaten eine derartige Vorsorge noch in viel geringerem Umfang verwirklicht ist. Dazu kommt, daß ein Teil der ohnehin wenigen Schutzräume möglicherweise gar nicht strahlenschutzsicher ist: 15 Prozent der Schutzräume haben, stellte eine Studie des Forschungszentrums Seibersdorf fest, bauliche Mängel. Richtige Bunker müßten »nahtlos«, daß heißt, aus einem Guß gebaut und außen geschüttet sein, um das Eindringen radioaktiver Teilchen zu verhindern. Tatsächlich aber sind bei etlichen Bauten die Bauelemente mit Mörtel, der durchlässig ist, aneinandergefügt. »Undicht« sind zahlreiche Schutzbauten auch durch in die Mauer verlegte Rohr- und Kabelleitungen. Darüber hinaus fehlt den meisten Schutzräumen die notwendige Ausstattung: die Wenigen, die in einem Schutzbunker Platz fänden, müßten bei einem GAU nahe Österreichs Grenzen Tage oder

sogar Wochen lang ohne Schlafstellen, Lebensmittel und Medikamente auskommen.
Über Sinn und Unsinn derartiger Vorkehrungen für den Krisenfall ist in der Vergangenheit viel und heftig diskutiert worden. Nicht nur Atomgegner führten ins Treffen, eine Vorsorge für den nuklearen Holocaust sei sinnlos. Die Überlebenden eines solchen Desasters würden vielmehr die Toten beneiden müssen. Dagegen kann eingewendet werden, beim Abwurf einer Atombombe würde – ähnlich wie bei einer Reaktorkatastrophe – anfangs eine sehr große Menge radioaktiver Strahlung freigesetzt, die bereits nach wenigen Tagen, allenfalls einigen Wochen, auf einen Bruchteil des ursprünglichen Wertes zurückgegangen wäre. Ein effizienter Zivilschutz könne deshalb sehr wohl bewirken, daß diejenigen, die nicht unmittelbar durch die Explosion einer Atombombe oder die Strahlung eines Kernreaktors getötet würden, eine vergleichsweise bessere Chance zum Überleben hätten.
Die Atomgegner führen dagegen ins Treffen, Zivilschutz sei moralisch verwerflich, weil er den Eindruck erwecke, ein Atomkrieg sei zu überleben. Je mehr ein derartiger Glaube verbreitet sei, umso eher könnte die Bereitschaft entstehen, ihn auch zu führen. Zivilschutz senke demnach die Akzeptanzschwelle eines nuklearen Schlagabtausches.
Es ist an dieser Stelle nicht möglich, die einzelnen Szenarios eines Atomkrieges differenziert zu erörtern, etwa in dem Sinne, daß ja auch begrenzte Atomkriege möglich sind, oder daß ein atomarer Angriff auch von Terroristen geführt werden könnte. In beiden Fällen könnte man einen effizienten Zivilschutz durchaus als sinnvoll erachten. Lassen wir aber diese Varianten außer Betracht und versuchen wir, die Diskussion um den Zivilschutz aus der Perspektive von Tschernobyl zu sehen, dann scheint es auf den ersten Blick durchaus vertretbar, als Vorsorge für derartige Katastrophen den Bau von Schutzräumen, die Bevorratung mit Lebensmitteln und Medikamenten zu forcieren, überregionale Katastrophenschutzpläne auszuarbeiten und deren Verwirklichung einzuüben. Genau dies wird zur Zeit von maßgeblichen Politikern unseres Landes gefordert. Würde gegenwärtig eine Volksabstimmung über Maßnahmen des Zivilschutzes abgehalten, so entschiede sich wahrscheinlich die Mehrheit der Bevölkerung für drastische Maßnahmen zu seiner Verbesserung.
Dagegen wenden allerdings sogar manche Befürworter der friedlichen Nutzung der Kernkraft ein: Wenn der Betrieb von Kernkraftwerken derart weitreichende flankierende Maßnahmen erforderlich macht, dann müsse man die Zweckmäßigkeit dieser Form der Energiegewinnung grundsätzlich neu überdenken. Schließlich wurde bislang immer wieder argumentiert, die Stromerzeugung aus Atomkraft sei vergleichs-

weise billig. Rechnete man aber alle gegenwärtig zur Diskussion stehenden Folgekosten hinzu, dann würde aus der Atomkraft vermutlich eine vergleichsweise teure Energieform werden.

Tschernobyl gibt dem Zivilschutz Auftrieb

Die Bewertung dieser Argumente sei dem Leser überlassen. Welche Konsequenzen man immer daraus ziehen mag – wir können heute nicht an der Tatsache vorbeigehen, daß weltweit fast 400 Atomkraftwerke in Betrieb sind; zahlreiche davon stehen an unseren Grenzen. Es ist keineswegs realistisch, anzunehmen, daß diese als Reaktion auf das Unglück von Tschernobyl bald abgeschaltet werden. Auf absehbare Zeit müssen wir daher, so fatal das auch klingt, mit weiteren Kraftwerksunfällen zu leben lernen. Wie wir das bewerkstelligen, wird in hohem Ausmaß von der politischen Willensbildung unseres Landes abhängen.
Vergessen wir dabei nicht, daß gegenwärtig nicht annähernd jene Rahmenbedingungen vorhanden sind, die erforderlich wären, den Zivilschutz in Österreich effizienter zu gestalten. Gehen wir im folgenden von der Annahme aus, es bestünde allgemeiner Konsens, daß ein solcher wünschenswert sei, dann müßten zuallererst zahlreiche Gesetze geändert und Kompetenzen zwischen Bund und Ländern neu verteilt werden. »Zivilschutz ist eine kompetenzrechtlich komplexe Materie«, sagte Innenminister Karl Blecha bei einer Pressekonferenz zum Thema Zivilschutz am 14. Mai 1986, »die von den jeweils sachlich zuständigen Stellen, Bund, Ländern und Gemeinden zu besorgen ist. Zivil- und Katastrophenschutz sind im österreichischen Bundesverfassungsgesetz nicht verankert.« Für Katastrophenfälle wie Tschernobyl müsse daher – und dies fordert Blecha ganz konkret – eine zentrale Kompetenz des Bundesministeriums für Inneres geschaffen werden. Gerade eine solche Maßnahme würde aber tief in das Kompetenzgefüge von Bund, Ländern und Gemeinden eingreifen. Ähnliche Bestrebungen in der Vergangenheit haben deshalb keine Ergebnisse gebracht. So gibt es gegenwärtig bundesweit keine Pläne, wie größere Gebiete unseres Landes im Notfall evakuiert werden können. Zwar gibt es einen Flüchtlingsrahmenplan für die Aufnahme einer größeren Zahl von Menschen. Er gilt als Grundlage für die Evakuierungspläne der Länder. Aber für einen nationalen Katastrophenfall – und ein solcher muß als Konsequenz aus Tschernobyl sehr wohl erwogen werden – ist keine planmäßige Vorsorge getroffen.
Was nützt uns »Europas bestes Frühwarnsystem« (Blecha), wenn wir auf wirklich bedrohliche Meßdaten der Radioaktivität nicht zweckent-

sprechend reagieren können? Rund ein Drittel der österreichischen Bevölkerung könnte nicht einmal durch Alarmsirenen auf einen Katastrophenfall aufmerksam gemacht werden. Die Bundeshauptstadt sowie die östlichen Bundesländer sind diesbezüglich – und auch was die unter Landeskompetenz fallenden Bauordnungen betrifft – wesentlich schlechter dran, als der Westen Österreichs (eine paradoxe Situation: Die Bedrohung durch einen Kernkraftwerksunfall im Osten dürfte weit höher sein, als eine solche aus dem Westen).

Katastrophenmedizin in Österreich

Weiters kann man sich fragen, inwieweit die ärztliche Versorgung bei einer großräumigen Verstrahlung Österreichs gewährleistet wäre. Dazu ist immerhin anzuführen, daß das Gesundheitsministerium im Jahre 1982 ein Sanitätskonzept als Maßnahme zur Sicherung der Gesundheit im Rahmen der zivilen Landesverteidigung erstellt hat. »Durch Zusammenwirken aller organisatorischen und personellen Mittel des Staates«, so heißt es dort, sollen »die Maßnahmen zur medizinischen Betreuung und zur Verhütung gesundheitlicher Gefahren in den Anlaßfällen der umfassenden Landesverteidigung möglich werden«. Die einzelnen Maßnahmen wurden vom Gesundheitsministerium auch im Detail festgestellt und aufgelistet. Der erwähnte Plan ist allerdings ein »Sanitätsrahmenplan«. Sein Ziel wird folgendermaßen definiert: »Auf der Grundlage dieses Rahmenplanes sollte jedes Bundesland in Ergänzung bereits bestehender Planungen einen den jeweiligen Verhältnissen entsprechenden Landessanitätsplan für Krisen, Neutralitäts- und Verteidigungsfälle, aber auch für den Fall von Katastrophen (Natur- und Verkehrskatastrophen, Seuchen, Massenvergiftungen etc.) und radioaktiver Verstrahlung erstellen«.
»Es fehlt an Motivation«, wurde dagegen am 38. Österreichischen Ärztekongreß im Oktober 1984 festgestellt. Es fehle weiters an Einrichtungen und Ausbildung. Die Medizinstudenten würden für den Notfall und für Katastrophen kaum vorbereitet. Für den Katastrophenfall gebe es zwar jede Menge von Plänen die detailliert anführen, was alles von wem, wann und wo zu tun sei, aber Papier sei bekanntermaßen geduldig.
»Einige wenige Strahlenkranke würden«, schreiben Heinz Hattinger und Peter Steyrer in dem Buch »Die Illusion vom Überleben«, »die gesamtösterreichischen Behandlungsmöglichkeiten erschöpfen.« An eine auch nur ansatzweise Behandlung ganzer Bevölkerungsteile sei nicht zu denken. Man muß sich aber einmal verdeutlichen, was diese Situation

für die betroffenen Ärzte – von den Verletzten ganz abgesehen – bedeutet: Am Anfang ihrer Tätigkeit stünde die sogenannte Triage der Opfer, auch Sichtung genannt. Diese muß nach genau festgelegten Dringlichkeitsstufen erfolgen. Bei jeder medizinischen Behandlung werden diejenigen, deren Leben akut bedroht ist, zuerst behandelt. Im Gegensatz dazu ist das Wesensmerkmal der Triage, daß eine Gruppe ausgesucht wird, die keine medizinische Behandlung mehr erhält. Man läßt also die Schwerstverletzten unbehandelt liegen. Sie als »Wartefälle« zu bezeichnen und damit so zu tun, als erhielten sie zu einem späteren Zeitpunkt angemessene Hilfe, verschleiert die Konsequenzen dieser Aussonderung: Wenn Schwerstverletzte nicht sofort Hilfe erhalten, verschlechtern sich ihre Chancen drastisch. Teile der Ärzteschaft lehnen die Triage als Ausdruck einer menschenverachtenden Perversion der Medizin ab. Was die Triage konkret bedeutet, zeigt ein Passus aus dem oben erwähnten Sanitätsrahmenplan; er bezieht sich auf die zu schaffenden Isolierräume: In diesen »sollen – möglichst abseits der Versorgungsstraße – jene Patienten betreut werden, die unter dem Druck des Massenanfalls vorerst als chancenlos angesehen werden müssen. Kurze Wegstrecken zur Prosektur bzw. zu den Leichenräumen sind anzustreben«.
Diese Art von Medizin, argumentieren daher Gegner der Katastrophenmedizin ganz ähnlich wie Atomgegner mit Bezug auf den Zivilschutz, füge sich nahtlos in Überlegungen zu einem begrenzten und gewinnbaren Atomkrieg ein: Ein Sieg sei dann möglich, wenn eine »genügende« Anzahl von Menschen übrigbleibt, um den Wiederaufbau in Angriff zu nehmen.
In diesem Spannungsfeld zwischen der grundsätzlichen Ablehnung des Zivilschutzes durch die Pazifisten und dem Wunsch nach totaler Verbunkerung für den Ernstfall ist die Frage des Zivilschutzes zu sehen. Die Katastrophe von Tschernobyl fügt dem lediglich eine neue Facette hinzu. Sie war vorhersehbar, aber die unmittelbare Betroffenheit ist doch ganz etwas anderes als eine theoretische Überlegung.
Wie immer man zu dieser Frage stehen mag – die Zivilschützer dürften jetzt auf absehbare Zeit vermehrt Unterstützung erhalten. Minister Blecha plant Selbstschutzzentren in den Gemeinden. Die Bevölkerung soll damit über alle Aspekte des Selbstschutzes informiert und beraten werden. Darüber hinaus soll eine Bundeswarnzentrale und eine »Einsatzmitteldatei« geschaffen werden, die Auskünfte über alle für den Katastrophenschutz überörtlich benötigten Einsatzmittel und Personalreserven gibt. Der Schutzraumbau soll forciert werden. Die Devise lautet: »Keine Atombunker für wenige, dafür Grundschutzplätze für alle«. Zweifellos würde damit die Wirtschaft angekurbelt, haltbare Lebensmittel stapelten sich in Vorratskammern, Arbeitsplätze würden gesichert

und die Bevölkerung wiegte sich zunehmend in Sicherheit. Bleibt nur zu hoffen, daß wir niemals erleben müssen, daß diese Sicherheit trügerisch ist.

8. Wirtschaftliche Folgen

Gegenwärtig ist es noch viel zu früh, einen halbwegs vollständigen Überblick über die wirtschaftlichen Folgen des GAUs von Tschernobyl wiederzugeben. Lediglich ansatzweise können Daten und Überlegungen präsentiert werden.
Wohl nie werden wir erfahren, welche Kosten durch die Evakuierung der Ortschaften rund um Tschernobyl, die Bekämpfung des Reaktorbrandes und vorbeugende Maßnahmen weiterer radioaktiver Kontamination in der Gegend von Kiew auflaufen. Sie dürften ebenso astronomisch sein wie der Schaden, der durch tausende, wenn nicht zehntausende Krebs- und Leukämiefälle der Sowjetunion in den nächsten Jahren erwächst. Gegenwärtig ist noch offen, ob bzw. wieweit die Sowjets beginnen werden, bei den anderen Atomreaktoren ihres Landes zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen nachzurüsten. Derartige Maßnahmen würden ihnen jedenfalls teuer zu stehen kommen.
Das Reaktorunglück von Tschernobyl könnte nach einem Bericht der Washington Post einen »verheerenden« Einfluß auf die sowjetische Landwirtschaft haben. Der beschädigte Atommeiler liegt mitten in den fruchtbarsten Gegenden der Sowjetunion. Die Ukraine sei der größte Nahrungsmittellieferant und die vier kleineren Landstriche nördlich von Tschernobyl trügen maßgeblich zur Nahrungsmittelversorgung in der UdSSR bei. Aufgrund des Reaktorunglücks in Tschernobyl veranschlagten Experten in einer Anhörung vor dem US-Kongreß den maximalen Getreideeinfuhrbedarf der UdSSR für 1986/87 auf das Rekordvolumen von fast 50 Millionen Tonnen. Damit würden sich die US-Getreideexporte in die Sowjetunion um nahezu 50 Prozent erhöhen.
Ansatzweise meßbar ist auch der Schaden, den die COMECON-Länder bloß aufgrund der jüngsten Handelsbeschränkungen durch die EG erleiden. In einer Art Sippenhaft wurde der gesamte Warschauer Pakt und Jugoslawien verdonnert, mindestens bis Ende Mai weder Fleisch, noch Gemüse, noch Milchprodukte in die EG zu liefern. Die Sowjetunion trifft dies am wenigsten – sie exportiert so gut wie keine Lebensmittel in den Westen (vom Kaviar abgesehen). Allein Ungarn führt dagegen jährlich Fleisch von über 1,4 Milliarden Schilling in die EG aus. Polen erlöst mit seinen Gemüseexporten jedes Jahr mehr als 700 Millionen Schilling. Der Wert der gesamten betroffenen Ausfuhren kann bei den sieben Staaten auf ca. sieben Milliarden Schilling beziffert werden.
Aber auch im Handel zwischen den einzelnen westeuropäischen Staaten breitet sich nach Tschernobyl vermehrt Protektionismus aus. So verlangt Italien bei der Einfuhr von Lebensmitteln und Holz seit neuestem eine Bestätigung, daß die Ware vor dem 20. April produziert wurde;

merkwürdigerweise betrifft diese Regel auch den Rübenzucker, obwohl jedermann weiß, daß dieser spätestens bereits im vergangenen Herbst hergestellt worden ist. Aber Franzosen und Deutsche können nach italienischer Überzeugung wohl eine höhere Strahlendosis vertragen, denn der Export der eigenen, möglicherweise stärker verseuchten Ware wurde nicht eingestellt. Tagelang wurde in der EG vergeblich um länderübergreifende Mindestnormen für den Gesundheitsschutz gefeilscht.
Dazu kommt der wirtschaftliche Schaden, der den Produzenten durch Verkaufsverbote von landwirtschaftlichen Produkten entsteht. Die täglichen Gemüseumsätze sind in der Bundesrepublik Deutschland mittlerweile auf ein Viertel und weniger geschrumpft. Das Ausmaß des Schadens für Österreichs Bauern und Gärtnern ist noch nicht klar abzusehen. Der Schaden beim Salat wird allein in Oberösterreich mit ca. 8 Millionen Schilling beziffert. In Tirol schoß das Land vorerst für zehn Tage 80 Groschen pro Liter Trinkmilch zu, damit die Kühe mit Trokkenfutter oder Heu, das aus nicht verseuchten Gebieten zugekauft werden muß, gefüttert werden können. Die Kosten dieser Maßnahme wurden mit 2,4 Millionen Schilling angegeben. Vom Verkaufsverbot von Freilandgemüse sind insgesamt 1.300 Betriebe betroffen. Den Schaden schätzt der Bundesverband der Erwerbsgärtner auf 170 Millionen Schilling. Je länger Verkaufsverbote aufrecht bleiben, umso höher wird der Schaden sein. Dazu kommt, daß viele Konsumenten Angst bekommen haben und auch strahlenfreie Produkte aus Glashäusern nicht mehr kaufen. Am 24. Mai meldete der Kurier, der Schaden überschreite insgesamt bereits die Milliardengrenze; allerdings wird nicht berichtet, wie diese Rechnung zustande gekommen ist.
Gewinner aus Tschernobyl sind zweifellos die Hersteller von Konserven und Tiefkühlkost. Haltbarmilch ist an vielen Orten so gut wie ausverkauft. Viele Konsumenten kaufen anstelle von Gemüse jetzt Obst, vor allem Bananen und Äpfel. So hat sich beispielsweise der Äpfelabsatz innerhalb weniger Tage verdoppelt. Des einen Leid, des anderen Freud.
Obwohl in den Medien immer wieder berichtet wurde, es habe ein Run auf Geigerzähler und Strahlenschutzanzüge eingesetzt, dürfte sich der Umsatz mit diesen Produkten in Grenzen halten. Denn das Gros der Händler, die solche Waren führen, war für die plötzliche Nachfrage nicht gerüstet und daher innerhalb kurzer Zeit ausverkauft. Vor leeren Regalen steht jedenfalls Egon Franz Schneider, Direktor der Gesellschaft für Strahlenschutz in Salzburg: »Ich habe seit 1984 genau 3.620 zivile Strahlenschutzanzüge verkauft. Aber allein in den vergangenen Tagen konnte ich 200 absetzen«, berichtet Schneider. Praktisch ausverkauft sei er bei Meßgeräten und der sogenannten NASA-Nahrung, die er als Generalimporteur vertreibt. »Wer die Mentalität der Österreicher

kennt«, schränkt Schneider allerdings die Zukunftsaussichten ein, »der weiß, daß die Nachfrage bald wieder abflauen wird.« Auch die Lieferanten von Bunkern und Bunkereinrichtungen werden vermutlich nicht das Geschäft ihres Lebens machen: Ohne entsprechende Unterstützung der Behörden dürften nur wenige bereit sein, 50.000 Schilling und mehr für einen Schutzraum auszugeben.
Zahlreiche Annoncen in den Tageszeitungen belegen jedoch, daß keine Katastrophe schlimm genug sein kann, als daß nicht Geschäftemacher in Windeseile daraus Kapital zu schlagen versuchen. So wird für kleine und vergleichsweise billige Geigerzähler geworben, die laut Aussage von Dr. Klaus Duftschmid vom Forschungszentrum Seibersdorf zu Messungen der gegenwärtigen radioaktiven Belastung in Österreich völlig ungeeignet sind. Im Postversand ist eine »Strahlenschutzbadedecke« zu haben, mit der man angeblich unbeschwert den Sommer genießen kann. »Schützen Sie sich vor direktem Kontakt mit radioaktiven Atomstaub«, wird in einer anderen Anzeige geworben. Oder: »Holland-Blumenmarkt, nicht verseucht«. Unter dem Motto »Wenn's ehrlich schmeckt« wirbt eine Konservenfirma: »Auch jetzt können Sie Gemüse und Salate von ... bedenkenlos genießen.« Sogar »Medikamente gegen Tschernobyl-Strahlen« wurden in einer Presseaussendung angepriesen; man müsse nur die Immun-Abwehr stärken, das sei »nach Tschernobyl die Fürsorge-Maßnahme der Wahl«. Man schlucke Thymus-Extrakte, nehme ein wenig Zink, Magnesium und Selen zu sich usw. »Ein solches Programm«, verkünden die Autoren der Atom-Diät, »beendet die heute herrschende Verunsicherung«.

Schadenersatzforderungen an die Sowjetunion

Beim Landesgericht Innsbruck langte vor kurzem eine ungewöhnliche Klage ein. Rechtsanwalt Dr. Albert Heiss fordert von der UdSSR, vertreten durch die sowjetische Botschaft in Wien »im Hinblick auf die Bestimmungen des Gerichts- und Gebührengesetzes« 99.000 Schilling Schadenersatz. Der Kläger sei, führt Heiss aus, nicht nur nachgewiesenermaßen in seiner Gesundheit konkret gefährdet, sondern tritt durch diese rationale Unheimlichkeit und Unerträglichkeit eine erhebliche psychische Belastung des Klägers ein. Die beklagte Partei habe es unterlassen, den internationalen Standard von Sicherheitsvorkehrungen einzuhalten, obwohl die Gefährlichkeit einer Kernschmelzung der beklagten Partei bekannt sein mußte. Sie habe im Rahmen von Pressekonferenzen darüber hinaus selbst zugeben müssen, daß der Unfall von Tschernobyl auf menschliches Versagen zurückzuführen sei.

Der GAU von Tschernobyl wirft, so stellt Henn Jüri Uibopulu, Professor für Völkerrecht und Sowjetrecht der Universität Salzburg in einer Analyse fest, eine Reihe von rechtlichen Problemen auf. Bis vor einigen Jahrzehnten hätte eine Klage wie die des Dr. Heiss von Gerichten aller Staaten wegen der Immunität des ausländischen Staates abgewiesen werden müssen. Es sei jedoch inzwischen weltweit längst ein Trend bemerkbar, Imunität nur für »hoheitliches Handeln« zu gewähren und überall dort, wo sich der Staat im nicht hoheitlichen Bereich betätigt, eine Klage gegen ihn zuzulassen. Der Betrieb eines Atomreaktors etwa zur Stromversorgung im zivilen Sektor fiele in diesen Bereich. Eine Verwendung des Reaktors für militärische Zwecke würde allerdings eher auf hoheitliche Tätigkeit deuten. Voraussetzung für den Erfolg der Schadenersatzklage müßte allerdings der Nachweis eines erlittenen Schadens und Kausalzusammenhang zwischen Schaden und GAU sein. Bezüglich des anzuwendenden Rechtes dürfte es, führt der Experte weiter aus, keinerlei Schwierigkeiten geben, da Österreich und die UdSSR das Prinzip der Gefährdungshaftung für risikobehaftete Handlungen kennen. Im Falle eines Nuklearschadens müßte also eine Schuld oder grobe Fahrlässigkeit des Betreibers oder der Anlage nicht nachgewiesen werden. Der Zuspruch eines Schadenersatzes durch das Gericht führt jedoch nicht automatisch zum Zugriff auf Vermögen des Verursacherstaates auf dem Gebiet des Gerichtsstands. Auch hier muß der Charakter des Vermögens untersucht werden. Allerdings wird, neueren Trends folgend, nur hoheitliches Vermögen immun sein.
Die zweite Möglichkeit des Geschädigten ist eine Klage im Verursacherstaat. Es gibt dazu zwei internationale Konventionen über die zivilrechtliche Haftung für nukleare Schäden. Sie wurden 1960 in Paris und 1963 in Wien unterzeichnet. Der erste Vertrag wurde von Österreich zwar unterzeichnet, nicht aber ratifiziert. Der zweite Vertrag wurde im Rahmen der Internationalen Atomenergiebehörde unter aktiver Teilnahme der UdSSR ausgearbeitet. Sie hat dem Text zugestimmt, den Vertrag aber ebenso wie Österreich weder unterzeichnet, noch ratifiziert. Trotzdem wird er im sowjetischen Schrifttum häufig zitiert und sein Prinzip der »absoluten« Haftung mitunter sogar als Völkergewohnheitsrecht bezeichnet. Der Zugang von Ausländern zu sowjetischen Gerichten ist grundsätzlich möglich, die Gefährdungshaftung anerkannt. Fraglich wäre nur, ob aus der rechtlichen Konstruktion des Atomkraftwerkes als Behörde nicht ein Prozeßhindernis entstünde, weil das Sowjetrecht eine Amtshaftungsklage nur in gewissen Fällen zuläßt. Unter Umständen müßte sich die Klage gegen die Aufsichtbehörde, das 1983 eingerichtete Staatskommittee der UdSSR für die Aufsicht über die Sicherheit auf dem Gebiete der Atomenergie richten. Auch hier müßte

der Kläger einen Schaden nachweisen und den kausalen Zusammenhang zwischen Schaden und GAU herstellen. Lehnt auch ein sowjetischen Gericht seine Zuständigkeit ab, bliebe dem Geschädigten nur mehr der Weg des diplomatischen Schutzes durch seinen Heimatstaat offen.

Ein direkter Anspruch einzelner gegen einen Staat besteht nur dann, wenn er durch völkerrechtlichen Vertrag begründet wurde, zum Beispiel durch die Europäische Konvention zum Schutz von Menschenrechten. Der jeweilige Heimatstaat ist zwar berechtigt, jedoch nicht verpflichtet, die Ansprüche seiner Staatsbürger gegenüber anderen Staaten geltend zu machen. Der Staat muß allerdings dann auf völkerrechtlicher Ebene seinen Anspruch auch auf eine Völkerrechtsnorm stützen, im konkreten Fall also nachweisen, daß sich im zwischenstaatlichen Verkehr das Prinzip der Gefährdungshaftung durchgesetzt habe. Bisher wurde ein solches aber nur in den bereits erwähnten Verträgen über die Haftung bei Nuklearschäden verankert, darüber hinaus in Verträgen über die Haftung der Inhaber von Reaktorschiffen, über Schäden, die durch Flugzeuge über dem Boden von Drittstaaten erzeugt werden, in einem Übereinkommen über zivilrechtliche Haftung für Ölverschmutzungen auf See und in dem Weltraumhaftungsvertrag 1972. Der letztgenannte Vertrag war auch die Grundlage des Schadenersatzes, den die UdSSR an Kanada wegen des Absturzes eines atomgetriebenen Satelliten im Jahre 1978 bezahlt hatte (Salzburger Nachrichten, 17. Mai, Seite 3).

Somit stehen die Chancen, von der Sowjetunion als Betreiber des Reaktors von Tschernobyl auf dem Klagewege Ersatz zu bekommen, eher nicht gut. Daran dürfte auch ein im Rahmen der UN-Wirtschaftskommission abgeschlossenes Abkommen »über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung« wenig ändern; dieses formuliert zwar keinen direkten Schadenersatz, hält aber immerhin die Pflicht zu Gesprächen und zur Weitergabe von Informationen fest. Indirekt könnte aus diesem Abkommen eine zusätzliche Pflicht zu Schadenersatz abgeleitet werden. Wie zu erwarten, hat die Sowjetunion bisher die von westlicher Seite erhobenen Schadenersatzforderungen aus den Folgen des Reaktorunglücks aus Tschernobyl kategorisch abgewiesen.

9. Wie sicher ist sicher?

Nicht nur jene, die schon immer gegen die Kernenergie waren, fordern nach Tschernobyl den Ausstieg aus dieser Form der Energiegewinnung. Auch viele von denen, die zuvor der Kernenergie eher positiv gegenüberstanden sind, haben jetzt ihre Meinung geändert. Und nicht wenige Politiker hängen ihr Mäntelchen nach dem Wind und gehen mit populären Forderungen auf Wählerfang.

Tschernobyl zeigt, daß der konkrete Eintritt einer Reaktorkatastrophe etwas ganz anderes ist als die Aussage einer Wahrscheinlichkeitsrechnung, ein GAU könne höchstens einmal in 10.000 Jahren passieren. Vorstellbar war ein GAU oder ein Super-GAU auch vor Tschernobyl. Auch die Folgen durch radioaktive Verseuchung konnte man sich annähernd ausmalen. Aber wir haben nicht vorausschauend gedacht und gehandelt. Dieser Mangel kann der Menschheit durchaus noch zum Verhängnis werden.

Auf der technischen Ebene wird man nach Tschernobyl in erster Linie die Frage nach zusätzlichen Sicherheitsvorkehrungen erörtern. Welche Antwort immer darauf gegeben wird – ein gewisses, nicht genau bestimmbares »Restrisiko« wird übrigbleiben. Seine Bewertung wird je nach Standpunkt des Beobachters unterschiedlich ausfallen: Jede Nutzung der Technik, werden die einen argumentieren, berge ein bestimmtes Risiko. Das beginne beim Autofahren, schließe die Wasserkraft mit ein (schon genug Dämme sind geborsten und haben zahllose Menschen getötet) und ende bei der Atomkraft. Es gelte demnach, die Energiepolitik auf eine fundierte Analyse des Risiko-Nutzen-Verhältnisses zu gründen. Ebenso wie geringe Mengen von radioaktiver Strahlung langfristig Gesundheitsschäden hervorriefen, seien auch die Abgase beispielsweise von Autos und kalorischen Kraftwerken durchaus schädlich, in Summe vielleicht sogar schädlicher als alle Strahlung, die bisher aus Kernkraftwerken entwichen ist.

Dagegen mag eingewendet werden, man könne Risken der Energiegewinnung und -nutzung nicht einfach vergleichen, indem man die Zahl der Krankheits- und Todesfälle aus bisherigen Unfällen addiere und dann die Ergebnisse miteinander vergleiche (und überdies: wer Technik-Nutzung gegen Menschenleben aufwiegt, soll erst einmal feststellen, wieviel Kilowattstunden ein Krebsfall „wert" ist). Zunächst einmal sind freiwillige und unfreiwillige Risken auseinander zu halten: Wer 40 Zigaretten am Tag raucht, geht freiwillig ein erhöhtes Risiko ein, an Lungenkrebs zu erkranken. Wer mit dem Motorrad über Landstraßen braust, riskiert sein Leben ebenfalls aus freien Stücken. Daß bei Verkehrsunfällen auch andere Menschen zu Schaden kommen können, wird dabei

gerne verdrängt. Dennoch sind die Folgen derartiger freiwilliger Risken in aller Regel begrenzt und überschaubar.
Zu den unfreiwilligen Risken, die die Menschheit auf sich nimmt, rechnet man die meisten Formen der großräumigen Umweltverschmutzung, eingeschlossen jene durch künstliche Radioaktivität. Das bedeutet aber nicht notwendigerweise, daß das Risiko, in Folge von Smog zu erkranken, dem Strahlenrisiko eines AKW-Unfalles vergleichbar ist. Wer nur mit Statistiken arbeitet, wird dies vermutlich nicht einsehen. Vielen Bürgern ist jedoch ein Atommeiler wesentlich unheimlicher als eine von Wasserkraft getriebene Turbine. Tschernobyl scheint, so gesehen, Urängste freizulegen. Die sozialen Folgen davon sind noch gar nicht abzuschätzen. Dem Risiko eines AKW-Unfalles dürfte jedenfalls nach Tschernobyl von vielen eine andere Qualität zugemessen werden, als etwa dem Risiko eines Dammbruches. Haben wir wirklich das Recht, so wird landauf, landab gefragt, unsere Nachkommen, auch jene, die noch gar nicht geboren sind, durch radioaktiven Müll auf Jahrhunderte und Jahrtausende hinaus zu gefährden? Wenn die alten Pharaonen die Kernkraft genutzt hätten, sagt der Umweltwissenschafter Dozent Dr. Bernd Lötsch, dann müßten wir heute noch auf ihren Mist aufpassen. Zwar ist auch Umweltschmutz kein schönes Erbe; aber die Atomkraft hat auch hier für viele eine andere Dimension.
Wir werden nicht umhin können, über die Abwägung von Nutzen und Risiko verschiedener Formen der Energiegewinnung hinauszugehen und dabei vermehrt eine ganz andere Alternative ins Kalkül zu ziehen: auf umweltbelastende Technik, soweit es nur irgendwie geht, zu verzichten. Die Frage ist lediglich, wie rasch und mit welchen Mitteln der Übergang von einer Überflußgesellschaft in eine Maßhaltegesellschaft vollzogen wird. Hier trennen sich die »Fundis« von den »Realos«, von den wachstumsorientierten Pragmatikern ganz zu schweigen.
Das Vertrauen in Wissenschaft und Technik hat durch Tschernobyl ferner einen massiven Schlag erlitten. Die Bevölkerung differenziert nicht oder nur ungerne. Das müssen die Technokraten wohl oder übel zur Kenntnis nehmen. Selbst wenn man differenzierte – viele Versicherungen der Kraftwerksbetreiber erscheinen nach Tschernobyl in neuem Lichte. Zumindest sollten wir nicht ungeprüft etwa die Behauptung hinnehmen, westliche Atomkraftwerke seien sicherer als sowjetische. Schlampigkeit und menschliches Versagen kann es hier und dort geben. In der Flut der Kommentare und Analysen der letzten Wochen scheint sich aber auch die Nachricht genügend verdünnt zu haben, wonach der Unglücksreaktor von Tschernobyl sowohl in der westlichen Fachwelt, als auch bei der Internationalen Atomenergieagentur als sehr sichere Anlage gegolten hat. Gegenüber der »New York Times« gibt ein Ex-

perte der US-Atomenergie-Kontrollbehörde zu, berichtet Christian Speich am 22. Mai in der »Weltwoche«, daß der zerstörte Tschernobylreaktor genügend Sicherheitsstrukturen aufgewiesen habe, um nach dem GAU von Tschernobyl die Sicherheit amerikanischer Kernkraftwerke in Frage zu stellen. Der Schutzmantel, dessen Fehlen bisher stets als Hauptmangel dargestellt worden war, sei massiv aus solidem Stahl und Beton gebaut gewesen. Auch ein Notkühlsystem habe bestanden, mit gleicher Funktion und Bauweise wie in US-Reaktoren. Es hat versagt. Speich: »Solche Kunde scheint nicht zu schmecken ... Meine Herren Experten, bitte jetzt keine Hinweise auf sowjetische Geheimniskrämerei und allgemeinen Informationsnotstand. Erstens haben sich Reaktorfachleute – vergeblich zwar – zu Wort gemeldet, die den wirklichen Tschernobylreaktor kannten. Und zweitens ist durch die Berliner »Tageszeitung« – bislang unwidersprochen – ruchbar geworden, daß die Steuer- und Meßanlagen von westlichen Firmen, vor allem aus der BRD stammten. Es ist ja wohl kaum anzunehmen, daß eine solche Steueranlage per Katalog bestellt wird. Art und Besonderheiten des Reaktors müssen somit auch westlichen Technikern bekannt gewesen sein. Ich kann mir nur zwei Gründe für die Verbreitung und Aufrechterhaltung der Fehlmeinung denken, und ich weiß nicht, welcher davon ehrenhafter sein soll. Entweder war hier Inkompetenz im Spiel oder aber schlicht vorsätzliche, arglistige Täuschung.«

Wie wir mit der offensichtlichen Krise des Vertrauens in Wissenschaft und Technik fertig werden, ist in erster Linie eine gesellschaftspolitische Frage, deren Beantwortung über den Rahmen dieses Buches weit hinausgeht. In unserem Kontext ist aber sehr wohl erwähnenswert, daß in den Wochen nach Tschernobyl eine schmerzliche Kluft zu verzeichnen war, die das Wissen der Experten vom Wunsch der Bevölkerung nach Aufklärung trennte. Da wurde einmal von Röntgen gesprochen, ein anderes Mal von Becquerel; dann kamen rem und Sievert ins Spiel, und kaum einer der Experten bequemte sich dazu, auch nur annähernd zu erklären, welche Bedeutung die Meßwerte eigentlich hätten. Statt dessen wurde immer nur gesagt, es bestehe keine unmittelbare Gefahr. Daß diese Behauptung von einer großen Zahl von Menschen einfach nicht geglaubt wurde, läßt sich anhand der Reaktionen der Bevölkerung (und auch bereits in Meinungsumfragen) ermessen.

Zweifellos sind die Zusammenhänge zwischen Radioaktivität und Gesundheit, wie wir in diesem Buch gesehen haben, sehr komplex. Keinesfalls darf man jedoch diese Komplexität dazu benützen, die Bringschuld der Wissenschaft wegzudiskutieren; eine Bringschuld, deren Ausmaß einmal mehr offenlegt, wie groß der Abstand ist zwischen den technischen »Errungenschaften« unserer Zivilisation und der Fähigkeit der Gesellschaft, mit ihnen fertig zu werden und zu leben.

Wie man es auch dreht und wendet: die Experten haben schlichtweg versagt, über die Folgen von Tschernobyl so aufzuklären, daß sich die Unsicherheit in der Bevölkerung in zumutbaren Grenzen hielt. Dieses Versagen wird in Österreich gegenwärtig häufig dem Gesundheitsminister angelastet; er ist auch in gewissem Umfang politisch dafür verantwortlich. Eher bestürzend ist es aber, wenn Strahlenexperten jetzt behaupten – und dies ist mehrfach geschehen – die Medien seien schuld, weil sie eine regelrechte Angstkampagne entfesselt hätten. Sicherlich – auch in diesem Metier blüht zuweilen das Geschäft mit der Angst. Aber selbst jene Journalisten, die sich ehrlich bemühten, seriös fundierte Ratschläge und Informationen weiterzugeben, mußten vor einem Wust an undurchschaubaren Details nur allzu oft kapitulieren.
Nicht zuletzt wurden natürlich auch von den Bürgern in aller Regel Fragen gestellt, in der Hoffnung, man werde darauf mit »Ja« oder »Nein« antworten (»Ist die Strahlung gefährlich oder ist sie es nicht?« »Darf ich die Milch trinken oder nicht?«). Die Bereitschaft jedoch, Antworten zu akzeptieren, die nicht einfach »Ja« oder »Nein« lauten, war und ist gering. Man will eben die zahlreichen Unsicherheitsfaktoren und Wahrscheinlichkeitsaussagen nicht zur Kenntnis nehmen und legt daher die – bei näherem Hinsehen durchaus vernünftigen – Vorsichtsmaßnahmen der Gesundheitsbehörden als Schritte zur Abwendung unmittelbar drohender Gefahr aus. Apropos Gefahr: Daß gegenwärtig ein beträchtlicher Teil der Bevölkerung Angst vor den Strahlen aus Tschernobyl hat, ist verständlich (wenngleich darob nur allzu oft vergessen wird, daß die rund um Tschernobyl lebenden Menschen ungleich mehr Leid trifft und noch treffen wird als uns). Wer beispielsweise in einem Tal wohnt, in dem weiter oben der Staudamm eines Wasserkraftwerkes steht, der kann – wenn auch mit großem Aufwand – woanders hinziehen, wenn er den Eindruck gewinnt, durch den Damm unmittelbar gefährdet zu sein. Wer Angst hat, bei einem Flugzeugabsturz ums Leben zu kommen, braucht nicht in den Düsenjet einzusteigen. Vor den Einflüssen radioaktiver Strahlung kann man sich aber so gut wie gar nicht schützen (sieht man von dem begrenzten Zeitraum ab, in welchem man sich in einen Atombunker flüchten kann). Dazu kommt, daß Tschernobyl keine genau eingrenzbaren Folgen hat: es lauert – wie durch andere Umweltschadstoffe auch – der statistische Tod. Ob 10, 100 oder 1.000 Österreicher infolge der erhöhten Strahlenbelastung an Krebs erkranken werden, ist dabei nicht so wichtig. Entscheidend ist vielmehr, daß es jeden von uns treffen kann, und niemand weiß, wen es treffen wird. Daher fühlen sich alle betroffen.

10. Nachbemerkung des Autors

Vier Wochen nach Tschernobyl ein Buch zu schreiben, das fünf Wochen nach diesem Ereignis bereits zum Verkauf angeboten wird, ist in mehrfacher Hinsicht ein Wagnis. Erstens ist es in vieler Hinsicht noch viel zu früh, verläßlich Bilanz zu ziehen; die Entwicklung ist weiterhin im Fluß. Viele zu einer gesamthaften Beurteilung notwendige Fakten fehlen. Zweitens müssen bei einem derartigen »Schnellschuß« mitunter Informationen weitergegeben werden, die nicht in jedem Einzelfall auf ihre Verläßlichkeit überprüfbar sind (das gilt beispielsweise für die Frage, wie gut eigentlich die Sicherheitsvorkehrungen in Tschernobyl waren). Und drittens muß man – so behaupte ich – bei alldem penibel darauf achten, nicht sofort in das Lager der AKW-Befürworter oder der AKW-Gegner schubladisiert zu werden. Außerdem ist der Spielraum zwischen Täuschung durch Beschwichtigung und Täuschung durch Panikmache eng genug.

Daß ich mich dennoch entschlossen habe, in der kürzestmöglichen Zeit eine Bestandsaufnahme zum Thema »Strahlengefahr nach Tschernobyl« zu versuchen, liegt an dem eklatanten Informationsdefizit, das in den vergangenen Wochen nur allzu deutlich spürbar war. Es schien mir ganz einfach notwendig zu sein, dem interessierten Laien jene Fakten, Dokumente und Argumente zusammengefaßt vorzutragen, die ihm in der Folge eine eigenständige Beurteilung der Lage besser ermöglichen können. Genau dies ist auch das Ziel dieses Buches.

11. Erklärung von Fachausdrücken

Alpha-Strahlung: Eine ionisierende Strahlung, die entsteht, wenn ein Atomkern (zum Beispiel Plutonium oder Uran) radioaktiv zerfällt und dabei Alpha-Teilchen ausstößt. Ein Alpha-Teilchen besteht, wie ein Helium-Atomkern, aus zwei Protonen und zwei Neutronen. Alpha-Strahlung hat zwar nur eine sehr geringe Reichweite (sie kann schon ein Blatt Papier nicht mehr durchdringen). Aber im Körper können Alpha-Teilchen schwere Schäden auslösen.

Äquivalentdosis: siehe Dosis

Becquerel (Bq): Internationale Maßeinheit für Radioaktivität. Ein Bq entspricht einem radioaktiven Atomzerfall pro Sekunde. 37 Milliarden Becquerel entsprechen der älteren Maßeinheit Curie (Antoine Henri Becquerel, 1852-1908, entdeckte die Radioaktivität des Urans; dafür erhielt der Franzose zusammen mit dem Ehepaar Curie den Physiknobelpreis 1903).

Beta-Strahlung: Eine ionisierende Strahlung, wird beim radioaktiven Beta-Zerfall frei (z.B. von Jod-131); Beta-Teilchen sind Elektronen. Beta-Strahlung durchdringt ein bis zwei Zentimeter menschliches Gewebe.

Cäsium: Chemisches Element mit mehreren Isotopen. Cäsium ist ein metallisches Element und chemisch den Alkalimetallen, z.B. dem Kalium, sehr ähnlich. Das Radioisotop Cäsium-137 ist ein Beta- und Gammstrahler und hat eine Halbwertszeit von rund dreißig Jahren; daneben ist auch das Isotop Cäsium-134 von Bedeutung.

Curie (Ci): Ältere Einheit der Radioaktivität, siehe Becquerel. Die Einheit Curie wird – ebenso wie Becquerel u.a. – in Curie, Millicurie (1/1000), Mikrocurie (1/1.000.000), Nano-Curie (1/1.000.000.000) und Pico-Curie (1/1.000.000.000.000) angegeben.

DNS (Desoxyribonukleinsäure); Träger aller Erbinformationen im Zellkern; doppelsträngiges Riesenmolekül, das durch ionisierende Strahlung geschädigt werden kann. Schäden an der DNS (»Mutationen«) können in Körperzellen Krebs und Stoffwechseldefekte auslösen (sogenannte somatische Strahlenschäden); Mutationen in Keimzellen (»genetische Schäden«) können Unfruchbarkeit, Fehlgeburten und Mißbildungen verursachen. Die DNS besitzt bis zu einem gewissen Maß die Fähigkeit, Schäden zu reparieren.

Dosis: Generelle Bezeichnung für eine empfangene Strahlen- oder Energiemenge. Unter Dosis versteht man in der Radiologie eine gegebene Menge – wie bei der Gabe von Medikamenten. Bei der Strahlendosis tritt an die Stelle der Masse eines Medikamentes die Menge der auf ein Gramm oder ein Kilogramm Körpermasse übertragenen Strahlenenergie. Bei Medikamenten würde dem eine Bezeichnung von Masse des Medikaments pro Einheit der Körpermasse entsprechen.
Man kann sich Strahlung vereinfacht als große Zahl durch den Raum fliegen-

der kleinster Geschosse vorstellen. Die mit dem Körper in Wechselwirkung tretenden Geschosse können Strahlenwirkungen hervorrufen, indem sie die ihnen eigene Bewegungsenergie auf die Strukturelemente des Körpers übertragen. Das ist die Voraussetzung dafür, daß es zu dem kommt, was Dosis genannt wird.

Die »Ionisationsdosis« der Luft wird in Röntgen gemessen.

Die »Energiedosis« wird in rad (alte Einheit) und Gray (neue Einheit) gemessen. Die »Äquivalentdosis« bezeichnet die tatsächlich im Körper aufgenommene Dosis, gemessen in rem (alte Bezeichnung) und Sievert (neue Einheit).

Dosisleistung: Als Dosisleistung bezeichnet man die pro Zeiteinheit absorbierte Energiedosis, Äquivalentdosis oder Ionendosis (siehe Dosis), wobei beliebige Zeitspannen gewählt werden können, z.B. R/min oder mrad/h oder mrem/a (pro Minute; pro Stunde; pro Jahr).

Elektron: Negativ geladenes, sehr leichtes Teilchen der Atomhülle (siehe Beta-Strahlung).

Energiedosis: siehe Dosis

Gamma-Strahlung: Extrem kurzwellige, ionisierende elektromagnetische Strahlung, noch »härter« als Röntgenstrahlung, entsteht bei Kernprozessen. Gamma-Strahlung durchdringt den menschlichen Körper vollständig, wird aber von mehr als einen Meter dicken Betonmauern abgeschirmt.

Gray (Gy): Neue internationale Einheit der Energiedosis, 1 Gray entspricht 100 rad oder der Energiemenge von 1 Joule pro Kilogramm des bestrahlten Materials (nach dem britischen Physiker L. H. Gray, 1905-1965).

Halbwertszeit: Die Zeit, in der jeweils die Hälfte einer bestimmten Menge radioaktiver Substanzen zerfällt.

Ion: Elektrisch nicht neutrales Atom oder Molekül.

Ionisierende Strahlung: Strahlung, die beim Durchlaufen von Materie (zum Beispiel Körpergewebe) Elektronen aus den Atomhüllen herausschlägt und dadurch Ionen erzeugt. Auf der Zellebene kann eine Ionisierung zu Zelltod oder Mutationen führen (siehe Alpha-, Beta-, Gamma- und Röntgen-Strahlung).

Isotope: Atome eines bestimmten Elements mit unterschiedlichem Atomgewicht. Die Zahl der positiv geladenen Protonen im Atomkern eines chemischen Elements bleibt konstant, während die Zahl der etwa gleich schweren Neutronen von Isotop zu Isotop schwankt. Instabile Atomkerne heißen Radioisotope (siehe Jod) oder Radionuklide.

Jod: Chemisches Element mit mehr als 30 Isotopen. Jod ist ein lebenswichtiges Spurenelement und zum Aufbau von Schilddrüsenhormonen unentbehrlich. Seine Radioisotope, etwa Jod-131, entstehen bei Kernspaltungsprozessen in

Atomreaktoren; da sich strahlendes Jod chemisch nicht vom stabilen, radiologisch harmlosen Jod-127 unterscheidet, können Jod-Radioisotope in die Schilddrüse aufgenommen werden und dort durch ihre Beta- und Gammastrahlung Schäden (zum Beispiel Krebs) anrichten. Die meisten Jod-Radioisotope zerfallen in wenigen Minuten oder Stunden; Jod-131 hat eine Halbwertszeit von rund acht Tagen.

Millirem: Ein Tausendstel rem

Neutron: Elektrisch neutrales Teilchen des Atomkerns.

Nuklid: Bezeichnung für einen Atomkern mit einer definierten Zahl von Kernteilchen (Protonen und Neutronen). Ein Radionuklid ist ein instabiler Atomkern.

Proton: Positiv geladenes Teilchen, bildet zusammen mit dem Neutron den Atomkern. Die Zahl der Protonen definiert ein chemisches Element (»Ordnungszahl«).

rad: Ältere Einheit der Energiedosis (englisch: radiation absorbed dose); siehe Gray.

Radioaktivität: Eigenschaft bestimmter Isotope, spontan zu zerfallen und dabei Alpha- oder Beta-Teilchen bzw. Gammastrahlung auszusenden.

rem: Ältere Einheit der Äquivalentdosis (siehe Sievert); sie berücksichtigt die unterschiedliche biologische Wirksamkeit der verschiedenen Strahlenarten (englisch: roentgen equivalent man). rem errechnet sich aus der empfangenen Energie (Einheit rad oder Gray) Mal einem qualitativen Wert für die biologische Wirksamkeit der jeweiligen Strahlung. Wer zum Beispiel 1 rad Beta- oder Gamma-Strahlung empfängt, erhält die Dosis »1 rem« (gleich 1000 Millirem); 1 rad Alpha-Strahlung summiert sich wegen der größeren biologischen Gefährlichkeit zur Dosis »10 rem«.

Röntgen (R): Einheit der sogenannten Ionisationsdosis, heute ohne besondere Namensnennung nach der Formel »Coulomb je Kilogramm« berechnet (ein Coulomb, die Einheit der Elektrizitätsmenge, entspricht einer Amperesekunde). Für Röntenstrahlung und Gammastrahlung sowie Betastrahlung entspricht in weichem Körpergewebe innerhalb eines bestimmten Energiebereiches 1 R nahezu 1 rad (0,01 Gy) oder 1 rem (0,01 Sv). Es ist daher bei manchen medizinischen Expositionen in erster Näherung unerheblich, ob man von 1 R, 1 rad oder 1 rem oder von z.B. 30 mR, 30 mrad oder 30 mrem spricht.

Röntgenstrahlung: Eine ionisierende elektromagnetische Strahlung, weniger energiereich als Gamma-Strahlung (nach ihrem Entdecker Wilhelm Conrad Röntgen).

Sievert (Sv): International gültige Einheit der Äquivalentdosis (ältere Einheit:

rem). 100 rem entsprechen 1 Sievert. Nach dem neuen System ist demnach die biologische Wirksamkeit einer Beta- oder Gamma-Strahlung mit einer Energie von 1 Gray genau 1 Sievert; die biologische Wirksamkeit von 1 Gray Alpha-Strahlung entspricht dagegen 10 Sievert. Der Name geht auf den schwedischen Physiker Rolf Sievert zurück.

12. Quellenverzeichnis

Die in vorliegendem Buch wiedergegebenen Rechercheergebnisse stützen sich zu einem wesentlichen Teil auf Beiträge, die zwischen 29. April und 26. Mai 1986 in den Massenmedien erschienen sind, darunter in »Der Spiegel«, »Die Zeit«, »Neue Zürcher Zeitung«, »profil«, »Time«, »Newsweek«, »Weltwoche«, im Österreichischen Rundfunk, in Presseagenturen; weiters auf Informationen einschlägiger Archive sowie auf Dokumente und Angaben des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz und des deutschen Strahlenschutzrates.

Darüber hinaus wurden folgende Quellen zu Rate gezogen:

B. L. COHEN: Perspective on Genetic Effects of Radiation, Health Physics, 46 (5), 1984, Seite 1113

H. HATTINGER und P. STEYRER: Die Illusion vom Überleben, Verlag für Gesellschaftskritik, Wien 1986

F. HECHT: Grundzüge der Reaktorchemie, Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt/Main 1968

K. HÖRMANN: Atomenergie, Tyrolia-Verlag, Innsbruck 1981

IAEA: Guidelines on Reportable Events, Integrated Planning and Information Exchange in a Transboundary Release of Radioactive Materials, Wien 1985

IAEA: Nuclear Power Reactors in the World, Wien 1986

IAEA: Nuclear Safety Review for 1984, Wien 1985

S. JABLON: Epidemiologic Perspectives in Radiation Carcinogenesis, in: Radiation Carcinogenesis, Raven Press, New York 1984

W. JACOBI: Strahlenexposition und Strahlenrisiko der Bevölkerung, Phys. Bl. 38 (1982), 2, Seite 140

C. C. JOHNSON: Cancer Incidence in an Area Contaminated with Radionuclides Near a Nuclear Installation, AMBIO 10 (4), Seite 176

R. JUNGK: Der Atom-Staat, Kindler Verlag, München 1977

R. KIRCHHOFF und H.-J. LINDE (Hr.): Reaktorunfälle und nukleare Katastrophen, Perimed Verlag, Erlangen 1984

L. RAUSCH: Mensch und Strahlenwirkung, Piper Verlag, München 1982

H. VETTER: Zwickmühle Zwentendorf, Ueberreuter Verlag, Wien 1983

Der Autor, Stefan M. Gergely, wurde 1950 in Wien geboren. Nach dem Studium der Chemie und der Musik arbeitete er von 1978 bis 1984 in der Bundeswirtschaftskammer. Gergely ist freier Wissenschaftsjournalist bei profil, dem ORF und ausländischen Zeitungen sowie Autor mehrerer Sachbücher.

Der Super-GAU von Tschernobyl – eine Chronik der Ereignisse.

Kernkraftwerke, atomare Wiederaufbereitung und Endlagerung.

Atomgrenzland Österreich.

Natürliche und künstliche Radioaktivität.

Atomares Roulette. Die biologische Wirkung kleiner Strahlendosen.

Sind unsere Lebensmittel auf Jahre hinaus verseucht?

Messen können wir am besten – Strahlenschutz in Österreich.

Die Welt nach Tschernobyl: wie sicher ist sicher?

ISBN 8000-3237-X

S 79,–